

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10093530 A**(43) Date of publication of application: **10 . 04 . 98**

(51) Int. Cl. **H04J 13/00**
H03M 13/12
H04L 7/00
H04L 29/08

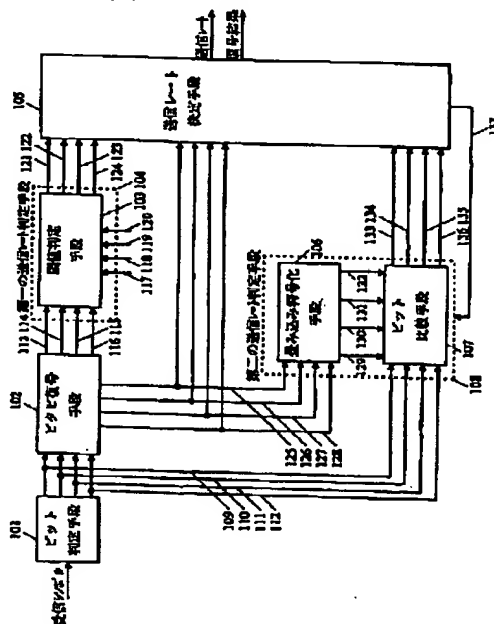
(21) Application number: **09178691**(22) Date of filing: **03 . 07 . 97**(30) Priority: **03 . 07 . 96 US 96 675010**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **NARA YOSHIKAZU**(54) **TRANSMISSION RATE DECISION METHOD, ITS DEVICE AND RECEIVER USING THE SAME**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately decide an actual transmission rate for received communication independently of a relative possible transmission rate by deciding an actual transmission rate from one or more object transmission rates.

SOLUTION: A 1st transmission rate discrimination means 104 is composed of a threshold level discrimination means 103. The threshold level decision means 103 receives final path metric signals 113-116 from a Viterbi decoding means and executes initial decision of reliability of decoding result at each transmission rate. The threshold level discrimination means 103 receives threshold levels 117-129 to decide the reliability of the decoded result at each transmission rate. The threshold level discrimination means 103 provides threshold level discrimination signals 121-124 as the result of comparison of the threshold levels 117-129 with final path metric values represented by the signals 113-116 as to each transmission rate. The signals in each case denote it whether or not the threshold level is exceeded as to the specific transmission rate to be checked.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-93530

(43)公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

A

H 0 3 M 13/12

H 0 3 M 13/12

H 0 4 L 7/00

H 0 4 L 7/00

Z

29/08

13/00

3 0 7 C

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 29 頁)

(21)出願番号 特願平9-178691

(71)出願人 000005821

(22)出願日 平成9年(1997) 7月3日

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(31)優先権主張番号 08/675010

(72)発明者 奈良 嘉 和

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

(32)優先日 1996年7月3日

号 松下通信工業株式会社内

(33)優先権主張国 米国 (US)

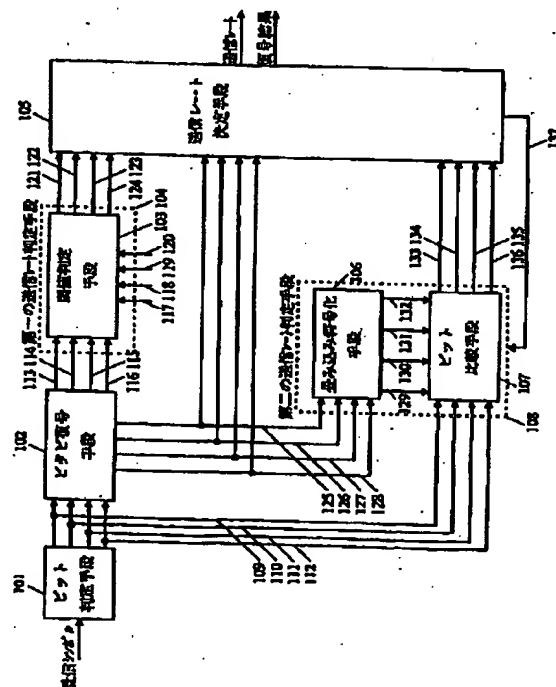
(74)代理人 弁理士 蔵合 正博

(54)【発明の名称】 送信レート判定方法及び装置、並びにこれを用いた受信機

(57)【要約】

【課題】 複数の送信レートの1つで送信された符号化通信の実際の送信レートを正確且つ効率良く決定するための送信レート判定方法および装置ならびにこれらを用いた受信機を提供する。

【解決手段】 符号化通信は複数の送信レートで復号されて復号信号と、復号信頼性パラメータとを生成し、これに基づいて1つまたはそれ以上の候補送信レートが識別される。1つだけの候補送信レートが存在する場合には、実際の送信レートはその候補送信レートであると決定される。1つ以上の候補送信レートが存在する場合は、信号が復号された候補送信レートで復号信号を再符号化する。次に通信のビットを各々の候補送信レートについて再符号化信号のビットと比較して実際の送信レートを決定する。復号信頼性パラメータと比較するために閾値を決定できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の送信レートの1つで送信された符号化通信の実際の送信レートを決定するための送信レート判定方法であって、

(a) 前記符号化通信を前記複数の送信レートで復号して複数の復号信号を生成するステップと、

(b) 前記復号信号の各々に対応する復号信頼性パラメータを決定するステップと、

(c) 前記符号化通信が前記復号信頼性パラメータに基づいて高信頼度で復号された1つまたはそれ以上の候補送信レートを識別するステップと、

(d) 前記1つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するステップと、を含むことを特徴とする送信レート判定方法。

【請求項2】 前記実際の送信レートは候補送信レートの個数が1の場合に前記候補送信レートであると決定されることを特徴とする請求項1に記載の送信レート判定方法。

【請求項3】 候補送信レートの個数が1を越える場合、前記実際の送信レートは

(a) 各々の候補送信レートについて、前記復号ステップで前記候補送信レートで復号された前記複合信号を再符号化するステップと、

(b) 各々の候補送信レートで、前記候補送信レートで符号化した前記再符号化通信と前記符号化通信とを比較するステップと、

(c) 前記符号化した通信の前記実際の送信レートを最も近い比較が得られる前記送信レートであると決定するステップと、

を実行することにより決定することを特徴とする請求項1に記載の送信レート判定方法。

【請求項4】 前記比較ステップは前記符号化通信と前記候補送信レートで符号化した前記再符号化通信の間の不一致ビットの個数を決定するステップを含むことを特徴とする請求項3に記載の送信レート判定方法。

【請求項5】 前記識別は前記復号信頼性パラメータと閾値を自覚することで実行されることを特徴とする請求項1に記載の送信レート判定方法。

【請求項6】 前記閾値は測定された受信条件に基づいて決定されることを特徴とする請求項5に記載の送信レート判定方法。

【請求項7】 前記測定された受信条件は前記通信の複数のマルチパス成分において受信電力の測定によって決定されることを特徴とする請求項6に記載の送信レート判定方法。

【請求項8】 前記測定された受信条件は前記符号化通信において総受信電力の測定によって決定されることを特徴とする請求項7に記載の送信レート判定方法。

【請求項9】 前記測定された受信条件は前記総受信電力に対する前記複数のマルチパス成分の少なくとも1つ

において前記受信電力の1つまたはそれ以上の比を計算することによって決定されることを特徴とする請求項8に記載の送信レート判定方法。

【請求項10】 複数の送信レートの1つで送信された符号化通信の実際の送信レートを決定するための送信レート判定装置であって、

前記複数の送信レートで前記符号化通信を復号して複数の複合信号と前記複合信号の各々について復号信頼性パラメータを生成するための手段と、

10 前記復号信頼性パラメータに基づいて前記符号化通信が高信頼性で復号された1つまたはそれ以上の候補送信レートを識別するための手段と、

前記1つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するための手段と、

を含むことを特徴とする送信レート判定装置。

【請求項11】 前記決定手段は前記復号信号が前記復号手段によって復号された前記同じ候補送信レートで前記復号信号の各々を再符号化するための手段と、

20 前記再符号化信号を前記符号化通信と比較するための手段と、

前記比較の結果に基づいて前記符号化通信の前記実際の送信レートを決定するための手段と、

を含むことを特徴とする請求項10に記載の送信レート判定装置。

【請求項12】 前記比較手段は前記符号化通信と前記再符号化信号の間の不一致ビットの個数を決定することを特徴とする請求項11に記載の送信レート判定装置。

【請求項13】 前記識別手段は前記復号信頼性パラメータを閾値と比較するための手段を含むことを特徴とする請求項10に記載の送信レート判定装置。

【請求項14】 測定された受信条件に基づいて前記閾値を決定するための手段を更に含むことを特徴とする請求項13に記載の送信レート判定装置。

【請求項15】 前記測定された受信条件は前記符号化通信の複数のマルチパス成分における受信電力の測定に基づくことを特徴とする請求項14に記載の送信レート判定装置。

【請求項16】 前記測定された受信条件は前記符号化通信における総受信電力の測定に基づくことを特徴とする請求項15に記載の送信レート判定装置。

【請求項17】 前記測定された受信条件は前記総受信電力に対する前記複数のマルチパス成分の少なくとも1つにおける前記受信電力の1つまたはそれ以上の比を計算することによって決定されることを特徴とする請求項16に記載の送信レート判定装置。

【請求項18】 複数の所定の送信レートのいずれかで送信された通信を復調し復号するための拡散スペクトル通信受信機であって、

50 通信信号の複数のマルチパス成分の各々を復調するため

の複数の復調手段と、
前記復調したマルチパス成分を組み合わせて合成復調信号を発生するための手段と、
受信条件を測定するための手段と、
前記合成復調信号と前記測定した受信条件にตอบสนองして前記通信が送信された実際の送信レートを決定するためと前記実際の送信レートで復号した通信信号を発生するための手段と、
を含むことを特徴とする通信受信機。

【請求項 19】 実際の送信レートを決定するための前記手段は更に、
前記複数の送信レートで前記通信を復号して複数の復号信号と前記復号信号の各々についての復号信頼性パラメータとを発生するための手段と、
前記復号信頼性パラメータに基づいて前記通信が高信頼性で復号された 1 つまたはそれ以上の候補送信レートを識別するための手段と、
前記 1 つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するための手段と、
を含むことを特徴とする請求項 18 に記載の通信受信機。

【請求項 20】 前記 1 つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するための前記手段は、
前記復号手段によって前記復号信号が各々復号されたのと同じ候補送信レートで前記復号信号の各々を再符号化するための手段と、
前記再符号化信号を前記通信と比較するための手段と、
前記比較の結果に基づいて前記通信の前記実際の送信レートを決定するための手段と、
を含むことを特徴とする請求項 19 に記載の通信受信機。

【請求項 21】 前記識別手段は前記復号信頼性パラメータと前記測定した受信条件に基づいて選択した閾値とを比較するための手段を含むことを特徴とする請求項 19 に記載の通信受信機。

【請求項 22】 受信条件を測定するための前記手段は前記通信の前記マルチパス成分の各々において受信電力を測定するための手段を含むことを特徴とする請求項 18 に記載の通信受信機。

【請求項 23】 受信条件を測定するための前記手段は前記通信での前記総受信電力を測定するための手段を更に含むことを特徴とする請求項 22 に記載の通信受信機。

【請求項 24】 前記受信条件は前記総受信電力に対する前記複数のマルチパス成分の少なくとも 1 つにおける前記受信電力の 1 つまたはそれ以上の比を計算することによって決定されることを特徴とする請求項 23 に記載の通信受信機。

【請求項 25】 ある時間間隔でデジタル情報の送信レートが変化し且つ、前記デジタル情報が誤り訂正符

号化されて送信される可変送信レート・デジタル通信系の受信機において、前記或る時間間隔を処理単位として、全ての送信レートを仮定して受信シンボルを合成し、ビット判定して出力するビット判定手段と、前記ビット判定手段の出力を入力し、全ての送信レートを仮定して誤り訂正符号の復号を行ない、各送信レートについての復号結果と前記復号結果の信頼性を出力する誤り訂正符号の復号手段と、各送信レートについて、前記復号結果の信頼性と固定の閾値との比較結果を第 1 の送信レート判定結果として出力する閾値判定手段と、指定送信レートの前記復号結果を再度誤り訂正符号化し出力する誤り訂正符号化手段と、前記指定送信レートについて、前記誤り訂正符号化手段の出力と前記ビット判定手段の出力とを比較し、不一致ビット数をカウントし第 2 の送信レート判定結果として出力するビット比較手段と、前記各送信レートについての復号結果と前記第 1 の送信レート判定結果と前記第 2 の送信レート判定結果とを入力し、前記第 1 の送信レート判定結果に応じて、前記誤り訂正符号化手段と前記ビット比較手段に前記指定送信レートを与え、前記第 1 の送信レート判定結果または、前記第 2 の送信レート判定結果から送信レートを決定し、決定された送信レートに対応する復号結果を出力する送信レート決定手段とを具備する送信レート判定装置。

【請求項 26】 閾値判定手段の閾値が適応的に変更可能であることを特徴とする請求項 25 に記載の送信レート判定装置、

【請求項 27】 ある時間間隔でデジタル情報の送信レートが変化し且つ、前記デジタル情報が誤り訂正符号化された後、さらに擬似ランダム符号を乗算されることによって帯域拡散されて送信される可変送信レート・デジタル CDMA 通信系の受信機において、アナログ受信信号をデジタル信号に変換して出力する A/D 変換手段と、前記 A/D 変換手段の出力から、擬似ランダム符号の相関演算によってシンボルを抽出して出力する 1 つ以上の逆拡散手段と、前記逆拡散手段が出力する各シンボルを同相で加算して出力する同相加算手段と、前記同相加算手段の出力が受信シンボルとして入力され、前記或る時間間隔を処理単位として、全ての送信レートを仮定して受信シンボルを合成し、ビット判定して出力するビット判定手段と、前記ビット判定手段の出力を入力し、全ての送信レートを仮定して誤り訂正符号の復号を行ない、各送信レートについての復号結果と前記復号結果の信頼性を出力する誤り訂正符号の復号手段と、各送信レートについて、前記復号結果の信頼性と固定の閾値との比較結果を第 1 の送信レート判定結果として出力する閾値判定手段と、指定送信レートの前記復号結果を再度誤り訂正符号化し出力する誤り訂正符号化手段と、前記指定送信レートについて、前記誤り訂正符号化手段の出力と前記ビット判定手段の出力とを比較し、不一致ビット数をカウントし第 2 の送信レート判定結果として

出力するビット比較手段と、前記各送信レートについての復号結果と前記第1の送信レート判定結果と前記第2の送信レート判定結果とを入力し、前記第1の送信レート判定結果に応じて、前記誤り訂正符号化手段と前記ビット比較手段に前記指定送信レートを与え、前記第1の送信レート判定結果または、前記第2の送信レート判定結果から送信レートを決定し、決定された送信レートに対応する復号結果を出力する送信レート決定手段とを具備するCDMA受信機。

【請求項28】 逆拡散手段は、前記A/D変換手段の出力から、擬似ランダム符号の相関演算によってシンボルを抽出し、さらに、シンボルのエネルギーに比例する値を求めて出力し、また、前記A/D変換手段の出力から総受信電力に比例する値を求めて出力する総受信電力測定手段と、前記シンボルのエネルギーに比例する値と前記総受信電力に比例する値から伝送路の状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路の状態から閾値判定手段に最も適切な閾値を設定する閾値決定手段とを具備し、前記閾値判定手段の閾値が、推定された伝送路の状態に応じて適応的に変更可能であることを特徴とする請求項27記載のCDMA受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はデジタル通信受信機に関し、さらに詳しくは、デジタル通信受信機において複数の送信レートのうちで選択した1つの送信レートで、且つエラー訂正符号化の後に送信されたデータの受信フレームの送信レートを決定するための送信レート判定方法及び装置、並びにこれを用いた受信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 特に、送信されたデータを検出するための受信機で使用するべき送信レートを表わすための信号が送信されない可変レート送信（或いは通信）システムというのはそれ自身殆ど前例がなく、それ故に、送信レート判定装置なるものも前例は少ない。それでもなお、可変レート送信システムの例が幾つか存在している。本発明は復号処理の結果として得られた情報から、受信したデータ・フレームが送信された送信レートを判定するための送信レート判定装置およびその方法を提供することに関する。

【0003】 可変レート送信の全般的な事柄について、図11を参照して説明する。以下の説明では、任意のデータ・フレームの送信レートは1.2キロバイト毎秒（以下、「k b p s」で表す）、2.4 k b p s、4.8 k b p s、9.6 k b p sの間で変化する値をとるものとして説明する。送信機は、或る時間間隔（以下、これをフレームと記述する）ごとに、送信すべき情報量の多少に応じて1.2 k b p s、2.4 k b p s、4.8 k b p s、9.6 k b p sのうちから送信しようとする

データの品質および送信チャネルの特性にしたがって利用できる送信レートを選択する。そして、送信機はチャネル的に選択した送信レートでデータを送信する。これが可変送信レートの概略であり、当然のことながら、送信すべき情報量の多い送信フレームでは高速な送信レートが選択される。

【0004】 図11は可変レート送信システムで送信されたシングルフレームを構成するための方法の例を示す。図11のデータフレームの構造の図示は例示することを目的としたものであって、送信レート判定装置へ受信したデータフレームを提示するべき方法のような何らかの特定の制約を示すものではない。

【0005】 図11に図示してあるように、可変レート送信システムで送信されたフレームは、選択した送信レートにしたがって送信されるデータ量と無関係に、固定持続時間、または「送信フレーム幅」181を有する。このような固定幅のフレームを用いると受信機は均一な時間的持続にしたがってフレームごとに通信を取り扱うことができるようになる。

【0006】 図11に図示してあるように、異なる送信レートでの送信のためにデータをフォーマットする場合、各々の送信ビットの持続時間または「幅」は均一かつ比例的に変化する。たとえば、9.6 k b p s送信レートで送信するためにフォーマットしたフレームのビットの幅182は1単位時間であり、4.8 k b p sのレートで送信するためにはビットあたり2単位時間183が必要とされ、2.4 k b p sの送信レートでの送信のためには4単位時間184が必要とされ、1.2 k b p sレートでの送信のためには8単位時間185が必要である。

【0007】 これによって異なる送信レートによって送信されたビットの瞬間信号パワーに対応する関係が得られる。つまり、1.2 k b p sのレートで送信されたビットは、9.6 k b p sレートで送信されたビットより持続時間が8倍長いので、1.2 k b p sのレートで送信されたビットは対応して少ない電力レベルで送信でき、これは、たとえば、9.6 k b p sのレートでビットが送信される電力レベルの8分の1とすることができる。2.4 k b p sと4.8 k b p sのレートで送信されるビットの電力レベルも9.6 k b p sで送信するために使用される電力レベルとの対応関係で減少する。このように低い送信レートでの送信のために送信電力レベルを減少すると、時間に対する全体的な送信機電力使用量が減少し、送信機のエネルギー（電池電力等）が節約され、他の送信された通信との干渉が減少され、一度に使用できるシステムのチャネル数が増大する。

【0008】 受信機が到着する通信の送信レートの表示が通知されなかった場合、受信機は送信データ自体から送信レートを決定する必要がある。図11に図示してあるように、データが最大の9.6 k b p sレートより低

いレートで送信される場合、データはレシーバに対して反復送信されたように見える。つまり、4.8 kbps レートで送信されたデータは、時間間隔の各々が9.6 kbps レートで1ビットを送信するのに必要とされる時間に対応する総送信時間に対して、2回送信されたように見える。つまり、送信の実際の送信レートを決定するための方法では、データビットが反復送信された回数を判定するための方法となるように考えることができる。

【0009】上記で説明したように、データが送信される電力レベルは異なる送信レートによって変化する。しかし、デジタル通信では送信のビットあたり送信信号エネルギーが減少する場合に受信した送信のエラーレートが増加することは周知となっている。つまり、送信データ・レートの判定においてエラーが発生する確率を減少するためには、高い送信レートで受信した送信で送信ビットあたりに存在する信号エネルギーの減少のため送信のビットエラー・レートの増加を考慮するような方法で受信した通信の送信レートを決定する送信レート判定装置が必要とされる。

【0010】ここで、従来の送信レート判定装置について説明する。図10は従来の送信レート判定装置の構成を示すブロック図である。この図において符号1は送信レートとして1.2 kbps を仮定した処理手段、2は送信レートとして2.4 kbps を仮定した処理手段、3は送信レートとして4.8 kbps を仮定した処理手段、4は送信レート決定手段である。

【0011】このような構成において、送信レート1.2 kbps を仮定した処理手段1はscore 8を0にリセットしてから、送信レート9.6 kbps のディジタル情報1ビットの幅で1フレームを8ビットずつに分割し、各8ビットについて、正と負の符号数をカウントし、大きい方のカウント数をNEQとする。もし、NEQが5以上であるならば、score 8をインクリメントする。これを1フレームにわたって行なう、最終的に、送信レートが1.2 kbps であることの確からしさを表す指標として、

$$REP8 = score8 \times REP8_SCALE$$

を得る。REP8_SCALEは、スケール・ファクター一定数である。以上の処理で、もしもそのフレームの送信レートが1.2 kbps であるならば、連続する8ビットは同じディジタル情報であり、同じ符号を持っているから、REP8は大きな値となるはずである。

【0012】送信レート2.4 kbps を仮定した処理手段2はscore 4を0にリセットしてから、送信レート9.6 kbps のディジタル情報1ビットの幅で1フレームを4ビットずつに分割し、各4ビットについて、正と負の符号数をカウントし、大きい方のカウント数をNEQとする。もし、NEQが3以上であるなら

ば、score 4をインクリメントする。これを1フレームにわたって行なう、最終的に、送信レートが2.4 kbps であることの確からしさを表す指標として、

$$REP4 = score4 \times REP4_SCALE$$

を得る。REP4_SCALEは、スケール・ファクター一定数である。以上の処理で、もしもそのフレームの送信レートが2.4 kbps であるならば、連続する4ビットは同じディジタル情報であり、同じ符号を持っているから、REP4は大きな値となるはずである。

【0013】送信レート4.8 kbps を仮定した処理手段3はscore 2を0にリセットしてから、送信レート9.6 kbps のディジタル情報1ビットの幅で1フレームを2ビットずつに分割し、各2ビットについて、両ビットの符号を比較し、等しい場合はscore 2をインクリメントする。これを1フレームにわたって行なう、最終的に、送信レートが4.8 kbps であることの確からしさを表す指標として、

$$REP2 = score2 \times REP2_SCALE$$

を得る。REP2_SCALEは、スケール・ファクター一定数である。以上の処理で、もしもそのフレームの送信レートが4.8 kbps であるならば、連続する2ビットは同じディジタル情報であり、同じ符号を持っているから、REP2は大きな値となるはずである。

【0014】送信レート決定手段4は、まずREP8をあらかじめ決められた閾値と比較し、閾値よりも大きいならば、そのフレームの送信レートを1.2 kbps と判断する。そうでない場合は、次にREP4を同様に閾値と比較し、閾値よりも大きいならば、そのフレームの送信レートを2.4 kbps と判断する。そうでない場合は、最後にREP2を同様に閾値と比較し、閾値よりも大きいならば、そのフレームの送信レートを4.8 kbps と判断する。もしそうでない場合は、そのフレームの送信レートを9.6 kbps と判断する。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上記で説明したように、データが送信される電力レベルは異なる送信レートによって変化する。しかし、デジタル通信では送信のビットあたり送信信号エネルギーが減少する場合に受信した送信のエラーレートが増加することは周知となっている。つまり、送信データ・レートの判定においてエラーが発生する確率を減少するためには、高い送信レートで受信した送信で送信ビットあたりに存在する信号エネルギーの減少のため送信のビットエラー・レートの増加を考慮するような方法で受信した通信の送信レートを決定する送信レート判定装置が必要とされる。

【0016】また、上記の図10に示す送信レート判定装置におけるように、可変送信レー通信を行なう通信系では、先に述べたように、平均送信電力を減少させるた

めに低送信レートのフレームほど1ビット当たり（図11の送信レート9.6kbpsのデジタル情報1ビットと同一の幅当たり）のエネルギーを小さくして送信することが考えられる。したがって、従来例の送信レート判定装置のように、送信レート判定9.6kbpsのデジタル情報の1ビット幅単位でビット処理を行なうて、送信レート判定を決定するような方式では、低送信レートの場合、劣悪なビットエネルギー対ノイズ電力比によって、ビット誤りが増加するために、送信レート判定の誤りが増大することが問題となる。また、デジタル情報が誤り訂正符号化されてから送信されるような通信系では、誤り訂正符号の効果は送信レートの判定に寄与されず、効率の悪い通信方式となってしまうという問題がある。

【0017】したがって、本発明の第1の目的は、可能な送信レートの相対的な大きさの変化と無関係に、また受信した通信の特徴的なビットエラー・レート大きさと無関係に、受信した通信の実際の送信レートを正確に判定するための送信レート判定装置およびその方法を提供することである。

【0018】本発明の更なる目的は、少なくとも部分的に、送信のためにエラー訂正符号化されているビットの復号結果に基づいた受信通信の送信レートを正確に判定するための送信レート判定装置およびその方法を提供することである。

【0019】本発明の更に別の目的は、復号処理によって得られ、エラー訂正符号化信号を復号する結果の信頼性としての指標を提供するようなパラメータの使用により、受信した通信の送信レートを正確に判定するための送信レート判定装置およびその方法を提供することである。

【0020】本発明の更に別の目的は一組の閾値にしたがって1つまたはそれ以上の候補送信レートの初期決定を実行し、また更に演算を実行して決定した幾つかの候補送信レートから実際の送信レートを決定するような受信通信の送信レートを正確に判定するための送信レート判定装置およびその方法を提供することである。

【0021】本発明の更に別の目的は、複数の候補送信レートの各々について符号化された受信通信と復号した受信通信の再エンコーディングの結果に基づいて受信した通信の送信レートを正確に判定するための送信レート判定装置およびその方法を提供することである。

【0022】本発明の更に別の目的は、少なくとも部分的に1つまたはそれ以上の候補送信レートの初期決定に基づいて受信した通信の送信レートを正確に決定するための送信レート判定装置および/またはその方法を組み込んであるCDMA受信機システムの改良を提供することである。本発明の更に別の目的は、送信のマルチパス成分の相対強度を含め測定した受信条件に基づいて特定の送信レートでの復号精度を判定するために用いられる

閾値の調整を行なえるようにすることによって送信レートの判定において精度の向上を提供するようなCDMA受信機システムを提供することである。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、複数の送信レートの1つで送信された符号化通信の実際の送信レートを決定するための方法を、前記符号化通信を前記複数の送信レートで復号して複数の復号信号を生成するステップと、前記復号信号の各々に対応する復号信頼性パラメータを決定するステップと、前記符号化通信が前記復号信頼性パラメータに基づいて高信頼度で復号された1つまたはそれ以上の候補送信レートを識別するステップと、前記1つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するステップとから構成したものである。

【0024】また、本発明は、複数の送信レートの1つで送信された符号化通信の実際の送信レートを決定するための送信レート判定装置を、前記複数の送信レートで前記符号化通信を復号して複数の複合信号と前記複合信号の各々について復号信頼性パラメータを生成するための手段と、前記復号信頼性パラメータに基づいて前記符号化通信が高信頼度で復号された1つまたはそれ以上の候補送信レートを識別するための手段と、前記1つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するための手段とから構成したことを要旨とする。

【0025】本発明の別の態様として、複数の所定の送信レートのいずれかで送信された通信を復調し復号するための拡散スペクトル通信受信機を、通信信号の複数のマルチパス成分の各々を復調するための複数の復調手段と、前記復調したマルチパス成分を組み合わせて合成復調信号を発生するための手段と、受信条件を測定するための手段と、前記合成復調信号と前記測定した受信条件にตอบสนองして前記通信が送信された実際の送信レートを決定するためと前記実際の送信レートで復号した通信信号を発生するための手段とから構成したことを要旨とするものである。

【0026】さらに本発明は、送信レート判定装置として、ある時間間隔でデジタル情報の送信レートが変化し且つ、前記デジタル情報が誤り訂正符号化されて送信される可変送信レート・デジタル通信系の受信機において、前記或る時間間隔を処理単位として、全ての送信レートを仮定して受信シンボルを合成し、ビット判定して出力するビット判定手段と、前記ビット判定手段の出力を入力し、全ての送信レートを仮定して誤り訂正符号の復号を行ない、各送信レートについての復号結果と前記復号結果の信頼性を出力する誤り訂正符号の復号手段と、各送信レートについて、前記復号結果の信頼性と固定の閾値との比較結果を第1の送信レート判定結果として出力する閾値判定手段と、指定送信レートの前記復

号結果を再度誤り訂正符号化し出力する誤り訂正符号化手段と、前記指定送信レートについて、前記誤り訂正符号化手段の出力と前記ビット判定手段の出力とを比較し、不一致ビット数をカウントし第2の送信レート判定結果として出力するビット比較手段と、前記各送信レートについての復号結果と前記第1の送信レート判定結果と前記第2の送信レート判定結果とを入力し、前記第1の送信レート判定結果に応じて、前記誤り訂正符号化手段と前記ビット比較手段に前記指定送信レートを与え、前記第1の送信レート判定結果または、前記第2の送信レート判定結果から送信レートを決定し、決定された送信レートに対応する復号結果を出力する送信レート決定手段とを備えたことを要旨とするものである。このような送信レート判定装置において、閾値判定手段の閾値は適応的に変更可能とすることができる。

【0027】また、本発明は、ある時間間隔でデジタル情報の送信レートが変化し且つ、前記デジタル情報が誤り訂正符号化された後、さらに擬似ランダム符号を乗算されることによって帯域拡散されて送信される可変送信レート・デジタルCDMA通信系の受信機を、アナログ受信信号をデジタル信号に変換して出力するA/D変換手段と、前記A/D変換手段の出力から、擬似ランダム符号の相関演算によってシンボルを抽出して出力する1つ以上の逆拡散手段と、前記逆拡散手段が出力する各シンボルを同相で加算して出力する同相加算手段と、前記同相加算手段の出力から送信レートを判定する送信レート判定装置とから構成し、前記送信レート判定装置は、前記同相加算手段の出力が受信シンボルとして入力され、前記或る時間間隔を処理単位として、全ての送信レートを仮定して受信シンボルを合成し、ビット判定して出力するビット判定手段と、前記ビット判定手段の出力を入力し、全ての送信レートを仮定して誤り訂正符号の復号を行ない、各送信レートについての復号結果と前記復号結果の信頼性を出力する誤り訂正符号の復号手段と、各送信レートについて、前記復号結果の信頼性と固定の閾値との比較結果を第1の送信レート判定結果として出力する閾値判定手段と、指定送信レートの前記復号結果を再度誤り訂正符号化し出力する誤り訂正符号化手段と、前記指定送信レートについて、前記誤り訂正符号化手段の出力と前記ビット判定手段の出力とを比較し、不一致ビット数をカウントし第2の送信レート判定結果として出力するビット比較手段と、前記各送信レートについての復号結果と前記第1の送信レート判定結果と前記第2の送信レート判定結果とを入力し、前記第1の送信レート判定結果に応じて、前記誤り訂正符号化手段と前記ビット比較手段に前記指定送信レートを与え、前記第1の送信レート判定結果または、前記第2の送信レート判定結果から送信レートを決定し、決定された送信レートに対応する復号結果を出力する送信レート決定手段とを具備していることを特徴とするものである。さ

らにこのようなCDMA受信機において、逆拡散手段に前記A/D変換手段の出力から、擬似ランダム符号の相関演算によってシンボルを抽出し、さらに、シンボルのエネルギーに比例する値を求めて出力する機能を付与するとともに、前記A/D変換手段の出力から総受信電力に比例する値を求めて出力する総受信電力測定手段と、前記シンボルのエネルギーに比例する値と前記総受信電力に比例する値から伝送路の状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路の状態から閾値判定手段に最も適切な閾値を設定する閾値決定手段とを具備し、前記閾値判定手段の閾値が、推定された伝送路の状態に応じて適応的に変更可能であるようにすることも可能である。

【0028】このような送信レート判定装置は、全ての送信レートを仮定して、各送信レートに対応するビット繰り返し回数だけ、受信ビットの足し込みを行なうことによって低送信レート通信時のビットエネルギー対ノイズ電力比を改善し、さらに誤り訂正符号の復号処理の副産物として得られる復号結果の信頼性を示す値を用いて第1の送信レート判定を行ない、第1の送信レート判定で複数の送信レートが候補として挙げられる場合には、第2の送信レート判定として、復号前のビットと復号結果を再誤り訂正符号化したビットとを比較して、両者の不一致の比較によって送信レートを判定するため、送信レートの大小、または、復号前のビット誤りの大小によらず、正確な送信レート判定を行なうことが可能であり、さらに誤り訂正符号の効果を送信レート判定に寄与させることができる。

【0029】また、この送信レート判定装置をCDMA通信系で使用する受信機に適用し、さらにCDMA受信部で伝送路の状態を推測して、その推測結果から、送信レート判定装置の閾値判定手段の閾値を適応的に変えることにより、さらに正確な送信レート判定を行なうことができる。

【0030】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、複数の送信レートの1つで送信された符号化通信の実際の送信レートを決定するための送信レート判定方法であって、前記符号化通信を前記複数の送信レートで復号して複数の復号信号を生成するステップと、前記復号信号の各々に対応する復号信頼性パラメータを決定するステップと、前記符号化通信が前記復号信頼性パラメータに基づいて高信頼度で復号された1つまたはそれ以上の候補送信レートを識別するステップと、前記1つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するステップと、を含むようにしたものである。

【0031】本発明の請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の送信レート判定方法において、前記実際の送信レートは候補送信レートの個数が1の場合に前記候補送信レートであると決定されるようにしたものである。

【0032】本発明の請求項3に記載の発明は、請求項

1に記載の送信レート判定方法において、候補送信レートの個数が1を越える場合、前記実際の送信レートは、各々の候補送信レートについて、前記復号ステップで前記候補送信レートで復号された前記複合信号を再符号化するステップと、各々の候補送信レートで、前記候補送信レートで符号化した前記再符号化通信と前記符号化通信とを比較するステップと、前記符号化した通信の前記実際の送信レートを最も近い比較が得られる前記送信レートであると決定するステップとを実行することにより決定するようにしたものである。

【0033】本発明の請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の送信レート判定方法において、前記比較ステップは前記符号化通信と前記候補送信レートで符号化した前記再符号化通信の間の不一致ビットの個数を決定するステップを含むようにしたものである。

【0034】本発明の請求項5に記載の発明は、請求項1に記載の送信レート判定方法において、前記識別は前記復号信頼性パラメータと閾値を自覚することで実行されるようにしたものである。

【0035】本発明の請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の送信レート判定方法において、前記閾値は測定された受信条件に基づいて決定されるようにしたものである。

【0036】本発明の請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の送信レート判定方法において、前記測定された受信条件は前記通信の複数のマルチパス成分において受信電力の測定によって決定されるようにしたものである。

【0037】本発明の請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の送信レート判定方法において、前記測定された受信条件は前記符号化通信において総受信電力の測定によって決定されるようにしたものである。

【0038】本発明の請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の送信レート判定方法において、前記測定された受信条件は前記総受信電力に対する前記複数のマルチパス成分の少なくとも1つにおいて前記受信電力の1つまたはそれ以上の比を計算することによって決定されるようにしたものである。

【0039】本発明の請求項10に記載の発明は、複数の送信レートの1つで送信された符号化通信の実際の送信レートを決定するための送信レート判定装置であって、前記複数の送信レートで前記符号化通信を復号して複数の複合信号と前記複合信号の各々について復号信頼性パラメータを生成するための手段と、前記復号信頼性パラメータに基づいて前記符号化通信が高信頼性で復号された1つまたはそれ以上の候補送信レートを識別するための手段と、前記1つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するための手段とを備えているものであり、送信レートの大小、または、復号前のビット誤りの大小によらず、正確な送信レート判

定を行なうことが可能であり、さらに誤り訂正符号の効果を送信レート判定に寄与させることができるという作用を有する。

【0040】本発明の請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の送信レート判定装置において、前記決定手段は、前記復号信号が前記復号手段によって復号された前記同じ候補送信レートで前記復号信号の各々を再符号化するための手段と、前記再符号化信号を前記符号化通信と比較するための手段と、前記比較の結果に基づいて前記符号化通信の前記実際の送信レートを決定するための手段とを含むようにしたものである。

【0041】本発明の請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の送信レート判定装置において、前記比較手段は前記符号化通信と前記再符号化信号の間の不一致ビットの個数を決定するようにしたものである。

【0042】本発明の請求項13に記載の発明は、請求項10に記載の送信レート判定装置において、前記識別手段は前記復号信頼性パラメータを閾値と比較するための手段を含むようにしたものである。

【0043】本発明の請求項14に記載の発明は、請求項13に記載の送信レート判定装置において、測定された受信条件に基づいて前記閾値を決定するための手段を更に含むようにしたものである。

【0044】本発明の請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の送信レート判定装置において、前記測定された受信条件は前記符号化通信の複数のマルチパス成分における受信電力の測定に基づくようにしたものである。

【0045】本発明の請求項16に記載の発明は、請求項15に記載の送信レート判定装置において、前記測定された受信条件は前記符号化通信における総受信電力の測定に基づくようにしたものである。

【0046】本発明の請求項17に記載の発明は、請求項16に記載の送信レート判定装置において、前記測定された受信条件は前記総受信電力に対する前記複数のマルチパス成分の少なくとも1つにおける前記受信電力の1つまたはそれ以上の比を計算することによって決定されるようにしたものである。

【0047】本発明の請求項18に記載の発明は、複数の所定の送信レートのいずれかで送信された通信を復調し復号するための拡散スペクトル通信受信機であって、通信信号の複数のマルチパス成分の各々を復調するための複数の復調手段と、前記復調したマルチパス成分を組み合わせて合成復調信号を発生するための手段と、受信条件を測定するための手段と、前記合成復調信号と前記測定した受信条件に応答して前記通信が送信された実際の送信レートを決定するためと前記実際の送信レートで復号した通信信号を発生するための手段と、を含むことを特徴とする通信受信機。

【0048】本発明の請求項19に記載の発明は、請求

項 1 8 に記載の通信受信機において、実際の送信レートを決定するための前記手段は更に、前記複数の送信レートで前記通信を復号して複数の復号信号と前記復号信号の各々についての復号信頼性パラメータとを発生するための手段と、前記復号信頼性パラメータに基づいて前記通信が高信頼性で復号された 1 つまたはそれ以上の候補送信レートを識別するための手段と、前記 1 つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するための手段とを含むようにしたものである。

【0049】本発明の請求項 20 に記載の発明は、請求項 1 9 に記載の通信受信機において、前記 1 つまたはそれ以上の候補送信レートから前記実際の送信レートを決定するための前記手段は、前記復号手段によって前記復号信号が各々復号されたのと同じ候補送信レートで前記復号信号の各々を再符号化するための手段と、前記再符号化信号を前記通信と比較するための手段と、前記比較の結果に基づいて前記通信の前記実際の送信レートを決定するための手段とを含むようにしたものである。

【0050】本発明の請求項 21 に記載の発明は、請求項 1 9 に記載の通信受信機において、前記識別手段は前記復号信頼性パラメータと前記測定した受信条件に基づいて選択した閾値とを比較するための手段を含むようにしたものである。

【0051】本発明の請求項 22 に記載の発明は、請求項 1 8 に記載の通信受信機において、受信条件を測定するための前記手段は前記通信の前記マルチパス成分の各々において受信電力を測定するための手段を含むようにしたものである。

【0052】本発明の請求項 23 に記載の発明は、請求項 22 に記載の通信受信機において、受信条件を測定するための前記手段は前記通信での前記総受信電力を測定するための手段を更に含むようにしたものである。

【0053】本発明の請求項 24 に記載の発明は、請求項 23 に記載の通信受信機において、前記受信条件は前記総受信電力に対する前記複数のマルチパス成分の少なくとも 1 つにおける前記受信電力の 1 つまたはそれ以上の比を計算することによって決定されるようにしたものである。

【0054】本発明の請求項 25 に記載の発明は、ある時間間隔でデジタル情報の送信レートが変化し且つ、前記デジタル情報が誤り訂正符号化されて送信される可変送信レート・デジタル通信系の受信機において、前記或る時間間隔を処理単位として、全ての送信レートを仮定して受信シンボルを合成し、ビット判定して出力するビット判定手段と、前記ビット判定手段の出力を入力し、全ての送信レートを仮定して誤り訂正符号の復号を行ない、各送信レートについての復号結果と前記復号結果の信頼性を出力する誤り訂正符号の復号手段と、各送信レートについて、前記復号結果の信頼性と固定の閾値との比較結果を第 1 の送信レート判定結果として出力

する閾値判定手段と、指定送信レートの前記復号結果を再度誤り訂正符号化し出力する誤り訂正符号化手段と、前記指定送信レートについて、前記誤り訂正符号化手段の出力と前記ビット判定手段の出力とを比較し、不一致ビット数をカウントし第 2 の送信レート判定結果として出力するビット比較手段と、前記各送信レートについての復号結果と前記第 1 の送信レート判定結果と前記第 2 の送信レート判定結果とを入力し、前記第 1 の送信レート判定結果に応じて、前記誤り訂正符号化手段と前記ビット比較手段に前記指定送信レートを与え、前記第 1 の送信レート判定結果または、前記第 2 の送信レート判定結果から送信レートを決定し、決定された送信レートに対応する復号結果を出力する送信レート決定手段とを具備する構成としたものであり、送信レートの大小、または、復号前のビット誤りの大小によらず、正確な送信レート判定を行なうことが可能であり、さらに誤り訂正符号の効果を送信レート判定に寄与させることができるという作用を有する。

【0055】本発明の請求項 26 に記載の発明は、請求項 25 記載の送信レート判定装置において、閾値判定手段の閾値が適応的に変更可能であるようにしたものである。

【0056】本発明の請求項 27 に記載の発明は、ある時間間隔でデジタル情報の送信レートが変化し且つ、前記デジタル情報が誤り訂正符号化された後、さらに擬似ランダム符号を乗算されることによって帯域拡散されて送信される可変送信レート・デジタル CDMA 通信系の受信機において、アナログ受信信号をデジタル信号に変換して出力する A/D 変換手段と、前記 A/D 変換手段の出力から、擬似ランダム符号の相関演算によってシンボルを抽出して出力する 1 つ以上の逆拡散手段と、前記逆拡散手段が出力する各シンボルを同相で加算して出力する同相加算手段と、前記同相加算手段の出力が受信シンボルとして入力され、前記或る時間間隔を処理単位として、全ての送信レートを仮定して受信シンボルを合成し、ビット判定して出力するビット判定手段と、前記ビット判定手段の出力を入力し、全ての送信レートを仮定して誤り訂正符号の復号を行ない、各送信レートについての復号結果と前記復号結果の信頼性を出力する誤り訂正符号の復号手段と、各送信レートについて、前記復号結果の信頼性と固定の閾値との比較結果を第 1 の送信レート判定結果として出力する閾値判定手段と、指定送信レートの前記復号結果を再度誤り訂正符号化し出力する誤り訂正符号化手段と、前記指定送信レートについて、前記誤り訂正符号化手段の出力と前記ビット判定手段の出力とを比較し、不一致ビット数をカウントし第 2 の送信レート判定結果として出力するビット比較手段と、前記各送信レートについての復号結果と前記第 1 の送信レート判定結果と前記第 2 の送信レート判定結果とを入力し、前記第 1 の送信レート判定結果に応じ

て、前記誤り訂正符号化手段と前記ビット比較手段に前記指定送信レートを与え、前記第1の送信レート判定結果または、前記第2の送信レート判定結果から送信レートを決定し、決定された送信レートに対応する復号結果を出力する送信レート決定手段とを具備したものであり、閾値判定手段の閾値が、推定された伝送路の状態に応じて適応的に変更可能であるという作用を有する。

【0057】本発明の請求項28に記載の発明は、請求項27記載のCDMA受信機において、逆拡散手段は、前記A/D変換手段の出力から、擬似ランダム符号の相関演算によってシンボルを抽出し、さらに、シンボルのエネルギーに比例する値を求めて出力し、また、前記A/D変換手段の出力から総受信電力に比例する値を求めて出力する総受信電力測定手段と、前記シンボルのエネルギーに比例する値と前記総受信電力に比例する値から伝送路の状態を推定する伝送路状態推定手段と、前記伝送路の状態から閾値判定手段に最も適切な閾値を設定する閾値決定手段とを具備し、前記閾値判定手段の閾値が、推定された伝送路の状態に応じて適応的に変更可能であるようにしたものである。

【0058】本発明の実施の形態にしたがって実現した送信レート判定装置について各図を参照して説明する。本発明の送信レート判定装置は、送信機が、1フレーム毎に送信すべきデジタル情報量の多少によって、あらかじめ設定されている複数の送信レートの中から1つの送信レートを選択した後で、デジタル情報を誤り訂正符号化して送信する通信系の受信機で使用される。そして、この送信レート判定装置は、デジタル的に符号化した通信の受信したデータ・フレームの送信レートを判定するために受信機で使用して、送信レートは、送信しようとするデータの品質にしたがってフレームごとに送信機で選択した複数の送信レートのいずれか1つとすることができる。受信すると、各々のデータ・フレームは受信機での復号を必要とする誤り訂正符号で符号化されている。

【0059】以下の説明では、符号化処理および復号処理に関する事柄の中で、誤り訂正符号の特定の例として畳み込み符号（コンボリューション・コード）を説明し、またビタビ復号を適当な復号処理の特定の例として説明する。しかし本発明は本明細書に記載されている特定の符号化および復号技術を使用するシステムへの応用に制限されないことが当業者には理解されよう。

【0060】畳み込み符号を使用して行なう符号化処理について最初に説明する。図4は通信システム等において用いられる畳み込み符号化器（コンボリューション・エンコーダ）の一般例の構造を示すブロック図である。図4において、参照番号401はバイナリ値「1」と

「0」のシーケンシャル入力を受け入れる3段シフトレジスタであり、新しいデジタル値が入力される度に以前のデジタル値内容は次の段にシフトされる。そし

て、各クロックサイクルの始めで、シーケンシャル入力では3段シフトレジスタ401の第1段s1へクロックされ、直前のサイクルの間の各段の内容が右へシフトされる。以下に示すような演算の実行後、シフトレジスタの各段の内容は次の後続段にシフトされクロックされる。

【0061】参照番号402はモジュロ2加算器で、3段シフトレジスタ401の第1段s1の内容、および3段シフトレジスタ401の第2段s2と第3段s3の内容をモジュロ2加算する。参照番号403はモジュロ2加算器で、3段シフトレジスタ401の第1段s1と第3段s3の内容をモジュロ2加算する。ここで、モジュロ2加算とは、入力の「1」の個数が奇数の場合にデジタル出力値「1」が得られ、それ以外の場合にはデジタル出力値「0」が得られるような加算アルゴリズム（すなわち演算方法）をあらわしている。404はサンプリングスイッチであり、3段シフトレジスタ401への入力に連続して表われる全てのビットについてモジュロ2加算器402とモジュロ2加算器403の出力を含む2ビットシーケンシャル出力を提供するために使用する。すなわち、サンプリングスイッチ404は、3段シフトレジスタ401にデジタル値が1ビット入力される度に、モジュロ2加算器402、モジュロ2加算器403の順に各モジュロ2加算器402、403の出力を1度ずつ選択して切り替え出力するものである。なお、サンプリングスイッチ404の出力は畳み込み符号化器の符号化出力（畳み込み符号）を構成する。

【0062】図4に図示してある畳み込み符号化器の動作を説明する。ここでは、1フレーム当たり、長さ10ビットのデジタル情報のストリームがフレームごとに畳み込み符号化器へ入力されるような場合について説明する。符号化開始前に3段シフトレジスタ401の各段s1、s2、s3はバイナリ値「0」にリセットされている。つまりs1=「0」、s2=「0」、s3=「0」である。ここでs1、s2、s3は3段シフトレジスタ401の各々の段の内容である。一例として、デジタル情報ビットの7ビット・ストリームが値「1001110」を有していると仮定する。さらに、7ビットの情報のフレームが符号化された後で3段シフトレジスタ401の3つの段をリセットするために使用するバイナリ値「0」を有する3ビットのストリームが7ビット情報ストリームの最後に付加される。つまり、連続して3段シフトレジスタ401へ入力されるビットのストリーム全体はバイナリ値

「1001110000」

を有する10ビットのフレームである。

【0063】バイナリ値「1」を有する10ビットフレームの第1のビットが3段シフトレジスタ401に入力された後、3段シフトレジスタ401の内容は、s1=「1」、s2=「0」、s3=「0」になる。その結果、モジュロ2加算器402の出力は「1」になり、モ

ジュロ2加算器403の出力もまた「1」になる。結局、サンプリングスイッチ404の2ビット出力は、畳み込み符号出力は「11」になる。この後、第2のビット「0」が3段シフトレジスタ401に入力されると、3段シフトレジスタ401の内容はs1=「0」、s2=「1」、s3=「0」となる。モジュロ2加算器402の得られた出力は「1」となり、モジュロ2加算器403の出力は「0」となる。その結果、004の畳み込み符号出力は「1 0」となる。

【0064】バイナリ値「0」の第3のビットが3段シフトレジスタ401に入力された後で、3段シフトレジスタ401の内容はs1=「0」、s2=「0」、s3=「1」となる。モジュロ2加算器402で得られた出力は「1」となり、またモジュロ2加算器403の出力は「1」となる。その結果、サンプリングスイッチ404の畳み込み符号出力は「1 1」となる。

【0065】以上の動作を残りのビットに対しても続けることによって上記1フレームのデータが符号化されると、10ビットの情報ストリームは10個の冗長ビットが付加された20ビットの符号化ストリーム、すなわち畳み込み符号となる。つまり、畳み込み符号化器(図4)の畳み込み符号出力はバイナリ値

「11101111011001110000」

を有する20ビットの符号化出力ストリームとして表われる。

【0066】ビタビ復号の原理について、図5乃至図8を参照して説明する。図5(a)は、値として

「11101111011001110000」

を有する、図4に示した畳み込み符号化器の全符号化パターンを説明的に表す格子線図(トレリス図)を示し、畳み込み符号化したフレームの復号はこの格子線図に沿って行なわれる。

【0067】畳み込み符号化したビットのフレームをビタビ処理によって復号するためには、たとえば図5

(a)に示す格子線図に図示してあるような復号パターンを受信機の復号化器(デコーダ)にあらかじめ入力し受信機が知っているようにしておく必要がある。図5

(a)から図8(c)に示した格子線図では、記号「○」で節点(ノード)をあらわし、実線矢印または破線矢印は復号パスの枝すなわち分岐を表わす。aからjの間隔と、状態0、状態1、状態2、状態3とは、格子線図中の各分岐と、隣接節点間(区間)を表わすものとする。

【0068】畳み込み符号のエラー訂正能力を示すため、ビタビ復号の原理について、上記処理で得られた20ビットのストリームのうちで、送信でのエラーの発生により上記20ビットのストリームのうち2ビットで誤ったバイナリ値を表わすようになったものとする。ここでは、上記の20ビットの畳み込み符号化ストリームの復号を特に参照して説明する。エラーは20ビット・ス

トリームの2番目と5番目のビットに生じており、次のように表われる：

送信された符号化フレーム

「11101111011001110000」

受信された符号化フレーム

「10100111011001110000」

ビタビ復号処理による復号は、以下に示すように、受信したフレームの符号化ビットを2ビットフレーム・セグメントに分割することから開始する：

受信時の符号化フレーム

「10」「10」「01」「11」「01」「10」

「01」「11」「00」「00」

【0069】図5(a)に示した区間aからjでは、受信フレームの各々の連続した2ビット・セグメントを格子線図の各々の分岐に対応する別の2ビット・シーケンスと比較する。たとえば、復号の開始時に、20ビット・フレームの最初の2ビット・セグメント「10」をシーケンス「00」に対応する実線矢印の分岐と比較する。20ビット・フレームの最初の2ビット・セグメント「10」はシーケンス「11」に対応する破線矢印の分岐とも比較し、これらの分岐は区間aを跨ぐ唯一の分岐である。容易に分かるように、フレームの最初の2ビット・セグメントは、ビット値「10」を有しているもので、分岐のどちらとも一致しない。しかし、復号処理のこのステップで必要とされるのは受信した2ビット・セグメントと、格子線図の分岐に対応するビット・シーケンスとの間で異なるビット数を計算することである。各々の受信した2ビット・セグメントについて得られた比較の結果は、ハミング距離と呼ばれる。例として、ビット・シーケンス「01」と「11」の間のハミング距離は1であり、ビット・シーケンス「11」と「11」の間のハミング距離はゼロである。たとえばユークリッド距離を決定することで異なるビット・シーケンスの間の距離を計算するための他の方法が存在することは当業者には理解されよう。

【0070】幾つかの区間を通る復号パターンの分岐に沿ってフレームの幾つかのセグメントについてのハミング距離が計算できた後で、もっとも小さい積算ハミング距離を有するようなパターンの分岐に沿った復号パスが、幾つかの考えられるパスのうちで生き残りのパスとして選択される。たとえば、各々の節点へ入力される2つの分岐の区間cのあとで、図5(a)に図示してあるように発生する区間では、小さい積算値を有する分岐が生き残りの値として選択される。この選択処理を復号パターンの全長に渡って反復することでパターンを通る生き残りパスを得る。

【0071】復号結果は、生き残りパスに見付かったパターンの連続分岐に対応し、符号化ビットのフレーム間のもっとも小さい積算ハミング距離の経路(パス)に対応するビット値(どの経路を通ったか)で決定される。

たとえば、図5(a)では、各々の破線矢印分岐は2ビットのフレーム・セグメントで「1」の復号結果に対応し、各々の実線矢印分岐は2ビットフレーム・セグメントで「0」の復号結果に対応する。

【0072】復号処理は図5(a)の左端の節点から開始する。最初に受信ビット、すなわち受信したフレームセグメント「10」と格子線図の区間aの各々の分岐についてのビット・シーケンスの間のハミング距離が得られる。区間aでは、受信したフレームセグメント「10」と分岐「00」の間のハミング距離は1であり、受信したフレームセグメント「10」と図の分岐「11」の間のハミング距離もまた1である。したがって区間aの終りで、状態0の節点でのハミング距離の積算値は1で、状態1の節点でのハミング距離の積算値も1となる。結果は図5(b)の状態0の節点と状態1の節点に配置された囲みに図示してある積算値「1」および

「1」として表現される。これらの積算ハミング距離値は復号化器の格子線図に沿った可能な復号パスについてのパス・メトリックと呼ぶことができる。

【0073】次に、20ビット・フレームの次のフレームセグメント「10」についてのハミング距離が区間bの分岐の各々について得られ、各々のパスでのパス・メトリックが更新される。区間bでは、受信したフレームセグメント「10」と分岐「00」の間のハミング距離は1である。同様に、受信したフレームセグメント「10」と分岐「11」の間のハミング距離が1で、受信したフレームセグメント「10」と分岐「10」の間のハミング距離はゼロであり、受信したフレームセグメント「10」と分岐「01」の間のハミング距離は2である。したがって、区間cの結果では、図5(c)に図示してあるように、状態0の節点についての結果であるパス・メトリックは、区間bについてのハミング距離1と直前の節点のパスメトリック「1」を加算することにより「2」となる。同様の方法で、状態1の節点でのパス・メトリックは「2」になり状態2の節点のパス・メトリックは「1」、また状態3の節点のパス・メトリックは「3」になる。

【0074】この点までで、区間aとbに渡って各々の区間の結論で節点に接続する分岐は1つだけである。しかし、区間cの始めから後では、全ての場合に各々の区間の結論で節点に接続する分岐は必ず2つである。したがって、区間cの後、2つの分岐の小さい方のパス・メトリックを有する各々の節点に続く分岐が生き残りパスとして選択される。つまり、「2分岐間の選択」処理が各々の後続節点に入る前に実行され、結果に基づいて、分岐の一方が破棄される。しかし、2分岐のパス・メトリックが同一の場合には、生き残りパスとして分岐のどちらかを無作為に選択できる。

【0075】図5(c)に図示した例で続けると、次に受信したフレームセグメント「01」について、分岐の

各々についてと状態0から3の節点の各々について、ハミング距離がまた計算される。図5(c)に図示してあるように、フレームセグメント「01」と分岐ビット・シーケンス「00」の間のハミング距離は1であるが、分岐ビット・シーケンス「11」との比較でハミング距離は1、分岐ビット・シーケンス「10」との比較で2、また分岐ビット・シーケンス「01」との比較では0である。したがって、復号処理では、パス・メトリック「3」とパス・メトリック「2」を有するパスに沿った分岐を状態0の節点へ接続する復号パスとなる。特に、パス・メトリック「2」を有するパスに沿った分岐が生き残りパスとして選択される。同様に、復号処理はパス・メトリック「3」とパス・メトリック「2」を有するパスに沿った分岐を状態1の節点に接続し、パス・メトリック「2」を有するパスの分岐が生き残りパスとして選択される。

【0076】状態2の節点でこの処理を継続するとパス・メトリック「4」を有するパスに沿った分岐となり、パス・メトリック「3」は状態2の節点に接続され、パス・メトリック「3」の分岐が生き残りパスとして選択される。状態3の節点では、パス・メトリック「2」とパス・メトリック「3」を有するパスにある分岐は状態3の節点へ接続し、これらのうちのパス・メトリック「2」の分岐が生き残りパスとして選択される。選択処理の結果を図6(a)に図示する。

【0077】ここで、区間bの結論で図6(a)に図示してある状態0の節点は黒く塗りつぶしてあることに注意すべきである。図示したように、この節点から始まる次の節点への分岐は存在しない。これはこの節点を通過する復号が起るようなパスが存在しないことをあらわしている。したがって、塗りつぶしてある状態0の節点へ接続するような全ての分岐は考慮から除外する。この結果が図6(b)に反映されている。

【0078】前述の説明にしたがって復号処理を続けた結果として、最終的に、フレーム内の符号化ビットのシーケンスに対応する1つだけのパスが残ることになる。受信した20ビット・フレームの残りの2ビット・シーケンスを復号した結果として次に入る状態が図6(c)から図8(c)に示してある。この図6(c)から図8(c)にかけての、残りの受信ビットに対するビタビ復号の様子は上記の説明とほぼ同様であるので、詳細な説明は省略する。ここで、先に説明した畳み込み符号器の動作で、畳み込み符号器の3段シフトレジスタ401をリセットするために、7ビットのデジタル情報の後に3ビットの「0」を付加したことを思い返して欲しい。これはあらかじめ決まっていた処置であるから、受信機が、符号化ストリームの2ビットセグメントの残り3つは、畳み込み符号器の3段シフトレジスタ401の状態をリセットするために使用するプリエンコード信号の最後の3ビットに対応することから、値「00」を有す

10

20

30

40

50

ることがあらかじめ知っていることは注意すべきである。よって、復号化器は予め分かっている(a priori)符号化原理にしたがって動作するように製作されるので、復号化器は最後の3つの2ビットセグメントがバイナリ値「0」で復号されるようになる復号パスを選択する。したがって、格子線図の区間h、区間i、区間jでは、値「0」の復号をあらわす実線矢印だけが次の節点へと接続している。

【0079】図8(c)に図示してあるように、ビタビ復号処理によって1つだけの生き残りパスの自動選択が行なわれる。生き残りパスは図の左から右へ各々の区間で残った連続分岐を特徴とする。つまり、生き残りパスの分岐は、シーケンスにおいて、「破線矢印」、「実線矢印」、「実線矢印」、「破線矢印」、「破線矢印」、「破線矢印」、「実線矢印」、「実線矢印」、「実線矢印」、「実線矢印」である。すでに説明したように、実線矢印は「0」の復号結果に対応しており破線矢印は「1」の復号結果に対応するので、フレームを完全に復号した結果は「1001110000」となる。復号結果の検証を行なうと、受信した入力20ビットフレームに発生したエラーにもかかわらず、復号結果はエラーが無く、送信されたのと同じ「10」情報ビットが復号処理を通してまた得られることが分かる。

【0080】前述の説明から明らかになったように、ビタビ復号処理ではビットのフレーム各々またはフレームの一部について、復号結果と復号結果のパス・メトリック・パラメータが発生する。以下の説明では、最終復号結果に対応するパス・メトリック・パラメータを最終パス・メトリックと呼ぶことにする。前述の例では、最終パス・メトリックの値は4である。

【0081】ビタビ復号処理の上記の説明から、最終パス・メトリックがビタビ復号結果の信頼性をあらわすことが分かる。最終パス・メトリックの値が小さい程、ビタビ復号結果の信頼性が高いことは明白である。

【0082】次に、本発明にしたがって製作した送信レート判定装置について、畳み込み符号化およびビタビ復号技術の前述の背景説明を基に説明する。受信機は一組の所定の送信レート、たとえば1.2kbps、2.4kbps、4.8kbps、9.6kbps等の中から送信機によって行なわれた選択にしたがって変化する送信レートで通信を受信する。受信されると、通信はデジタルデータの畳み込み符号化されたフレームのシーケンスで、これは上記ですでに説明したようなビタビ復号処理によって復号することができる。

【0083】(実施の形態1)図1は本発明の第1の実施の形態に係る送信レート判定装置の構成を表す概略ブロック図である。図1において、符号101はビット判定手段、102は上記の原理によって復号化処理を行なうビタビ復号手段、103は閾値判定手段、104は第1の送信レート判定手段、105は送信レート決定手

段、106は畳み込み符号化手段、107はビット比較手段、108は上記畳み込み符号化手段106とビット比較手段107により構成される第2の送信レート判定手段である。このような構成を有する送信レート判定装置について、各機能部(手段)について詳しく説明する。

【0084】図1を参照すると、検出した送信のフレームで受信したシンボル信号がビット判定手段101に入力される。ビット判定手段101は各々の送信レートに対応するビット反復回数にしたがって連続したシンボルを組み合わせるために使用する。ビット判定手段101はまた、異なる送信レートの各々で、反復ビットの連続した組合せの各々についての値を決定する判定手段も含む。そして、このビット比較手段01は、フレーム単位で受信シンボルを入力し、全ての送信レート(1.2kbps、2.4kbps、4.8kbps、9.6kbps)を仮定して、各送信レートに対応するビット繰り返しの数だけ隣り合う受信シンボルを加算した後でビット判定をして、送信レート1.2kbpsを仮定した合成ビット信号109、送信レート2.4kbpsを仮定した合成ビット信号110、送信レート4.8kbpsを仮定した合成ビット信号111、送信レート9.6kbpsを仮定した合成ビット信号112を生成する。そして、各々の送信レートに対して得られたビット判定のストリームは、1.2kbps、2.4kbps、4.8kbps、9.6kbpsの各々の送信レートで合成ビット信号109、110、111、112としてビット判定手段101から出力される。

【0085】ビット判定手段101はいずれか1つの方法にしたがってビット判定処理を実行するように構成することができ、ビット値のハード的決定またはソフト的決定が提供される。たとえば、上記ですでに説明したような、ハミング距離の比較に基づいてビタビ法によって復号を実行するシステムでは、ビット値のハード的決定を提供するビット判定法が適当である。しかし、ユークリッド距離の比較に基づいてビタビ法で復号を実行するようなシステムでは、ソフト的にビット値の決定を提供するようなビット判定の方法を使用すべきである。

【0086】ハード的決定を提供するビット判定動作は以下のルールにしたがって決定を行なう：加算後の値が「0」またはもっと大きなシンボルでは、そのシンボルはバイナリビット値「1」を有すると判定される。加算後の値が「0」以下のシンボルでは、そのシンボルはバイナリビット値「0」を有すると判定される。

【0087】ビタビ復号手段102は、合成ビット信号109から112を受信して、各々の送信レートにしたがって各々をビタビ処理によって復号する。結果は、1.2kbps、2.4kbps、4.8kbps、9.6kbpsの各々の送信レートについて、それぞれ復号結果信号125、126、127、128としてビ

10

20

30

40

50

タビ復号手段102から出力される。ビタビ復号手段102はまた各々の送信レートで実行した復号から得られた最終パス・メトリックをあらわす信号112, 114, 115, 116も出力する。

【0088】第1の送信レート判定手段104は閾値判定手段103により構成される。閾値判定手段103は、ビタビ復号手段から最終パス・メトリック信号113, 114, 115, 116を受信して各々の送信レートでの復号結果の信頼性の初期決定を実行する。閾値判定手段は各々の送信レートでの復号結果の信頼性を決定するために提供される閾値117, 118, 119, 120を受信する。各送信レートの各々について、信号113, 114, 115, 116で表わされる最終パス・メトリックと閾値117, 118, 119, 120との比較の結果として、閾値判定手段103は閾値判定信号121, 122, 123, 124を提供する。これらの信号は、各々の場合で、調べた特定の送信レートについて閾値が超過しているかどうかを表わす。

【0089】閾値信号117, 118, 119, 120は、ハードワイヤ実装による固定値または閾値を記憶するためにたとえばスイッチまたは不揮発性メモリを使用することができる調節可能な実装による半固定値にセットできる。これ以外にも、各々の送信レートでの閾値はシーケンシャル論理回路を用いて、または現在の復号演算の結果に基づくマイクロコードまたはソフトウェア的な実装で動的に決定できる。このように決定した閾値は、閾値判定手段103への入力信号117, 118, 119, 120とし手渡され、フレームごとにこれに併せて変更できる。

【0090】送信レート決定手段105は受信したデータ・フレーム各々についての送信レートの判定を行なう。前述したような閾値判定信号121, 122, 123, 124は見込み送信レートの各々での復号結果の信頼性の初期的な「行く行かない」判定を提供する。閾値を越える結果は特定の閾値判定信号121, 122, 123, 124で値「0」によって表わされる。閾値判定信号121, 122, 123, 124の1つだけが閾値以下の結果を示している場合（「1」として表われる）、閾値以下の結果に対応する送信レートが出力142によって表わされ、信号125, 126, 127, 128のうちから対応する復号結果信号が送信レート決定手段105によって復号結果出力線140へゲートされる。しかし、閾値判定信号121, 122, 123, 124の1つ以上が閾値以下の結果を示している場合、送信レート判定装置には受信したデータ・フレームの送信レートを決定するための情報を提供するための手段をさらに設けておく。

【0091】送信レート判定装置は更に1つ以上の候補送信レートが第1の送信レート判定手段104の動作の結果として送信レート決定手段105により識別された

場合に送信レートを決定するための更なる情報を提供するための第2の送信レート判定手段108を含む。もっとも簡単アレイでは、候補送信レートは信号121, 122, 123または124が閾値判定値「1」を有する送信レートと同じだが、送信レート決定手段105は閾値判定値が「1」に等しいレートの中から候補送信レートを選択するための更なる手段で構成することができる。第2の送信レート判定手段は畳み込み（畳み込み）符号化手段106とビット比較手段107を含む。畳み込み符号化手段106はビタビ復号手段102の復号結果出力を畳み込み符号化したビット・シーケンスに戻し変換するために使用する。符号化手段106の再符号化出力はそれぞれ送信レート1.2kbps, 2.4kbps, 4.8kbps, 9.6kbpsで再符号化された信号129, 130, 131, 132として提供される。

【0092】ビット比較手段107は入力として送信レート1.2kbps, 2.4kbps, 4.8kbps, 9.6kbps各々に対応する合成ビット信号109, 110, 111, 112を受信する。ビット比較手段107は畳み込み符号化手段106からの再符号化信号129, 130, 131, 132も入力として受信する。ビット比較手段107は、各送信レートの各々について合成ビット信号109, 110, 111, 112のビット列を再符号化信号129, 130, 131, 132のビット列と比較して、各々の送信レートで不一致ビットの個数のカウントを取得する。ビット比較手段107は信号線137に候補送信レートとして選択された送信レートの各々で、各々の比較結果133, 134, 135, 136として、これらのカウントを出力する。

【0093】使用中に、第2の送信レート判定手段108は送信レート決定手段105によって信号線137に表われる候補送信レートについてだけ上記で説明した演算を実行する。第2の送信レート判定手段108が候補送信レートを表わす信号137を受信しない場合、第2の送信レート判定手段108は動作を行なわない。

【0094】しかし、受信フレームについて閾値判定信号121, 122, 123, 124が1つ以上の送信レート選択を示す場合、送信レート決定手段105は第2の送信レート判定手段108へ信号137を経由して通知し、信号線137経由で選択した候補送信レートの各々について合成ビット信号109, 110, 111, 112と再符号化信号129, 130, 131, 132の間でビット比較を実行する。このような場合、畳み込み符号化手段106を用いて復号した信号125, 126, 127, 128の中から候補送信レートでビタビ復号した信号を畳み込み再符号化する。ビット比較手段107は候補送信レートで合成ビット信号の各々のビット列と候補送信レートで再符号化した信号の各々のビット列とを比較し、各々の合成ビット信号は送信レート決定

【0098】送信機の符号化動作の例について、特定のフレームで2.4 kbpsの送信レートを送信機が選択し、送信のために畳み込み符号化すべき12個の情報ビット「101011101000」を受信する場合をここで説明する。最後の3ビットは値「000」を有して

【0103】ビット判定手段101は異なる予想送信レートをしたがって受信シンボルを組み合わせて合成ビット信号109、110、111、112を形成する。この動作は各々の送信レートの各々について受信シンボルを加算し、更にこのようにして得られた加算信号に基づいて受信ビットの値を決定する2ステップの処理として実行する。たとえば、見込み送信レートが1.2 kbpsの場合、8つの連続したシンボルの組各々を加算し、次に加算した信号に基づいて受信したシンボル値のシーケンスを決定することによって合成を行なう。見込み送信レート2.4 kbpsでは、連続して受信した4つのシンボル各々を加算して加算信号を形成する。見込み送信レート4.8 kbpsでは、連続して受信した2つのシ

【0108】閾値判定手段103は最終パス・メトリックの受信した値を正規化して対応する閾値117, 118, 119, 120をこれらの値のいずれかが越えるか

どうか判定する。正規化は各々の送信レートについて得られた最終パス・メトリックの値を、特定の送信レートと最大送信レートの間の比例関係で決定される定数で乗算することにより実行する。たとえば、この例の場合のように、最大送信レートが9.6 kbpsにセットされている場合、送信レート1.2 kbpsで得られた最終パス・メトリックについて、最終パス・メトリックの値を8倍することで正規化が行なわれる。9.6 kbpsの送信レートで得られた最終パス・メトリックは1倍されるだけで、これは9.6 kbpsが最高送信レートであるためである。よって、この例で使用するのに適当な正規化定数は、送信レート1.2 kbps、2.4 kbps、4.8 kbps、9.6 kbpsの各々について、8、4、2、1である。この例では、正規化した最終パス・メトリックの値は、送信レート1.2 kbps、2.4 kbps、4.8 kbps、9.6 kbpsの各々にしたがって復号された信号で、16, 0, 14, 12となる。

【0109】続けて、この例では閾値117, 118, 119, 120が各々値「5」にセットされる。ここで、送信するのに使用した実際の2.4 kbpsレート以外のみ込送信レートで復号した時に得られた最終パス・メトリックの値が、どの場合にも閾値「5」を越えることは明らかである。閾値判定手段103は最終パス・メトリック信号113, 114, 115, 116の各々の値と、その送信レートで対応する閾値117, 118, 119, 120を比較する。特定の送信レートでの最終パス・メトリックの正規化した値が対応する閾値を越えない場合、閾値判定手段103はその特定の送信レートでの復号結果が高い信頼性を有していることを表わす閾値判定値「1」を出力する。閾値判定値は複合信号の送信レートに対応する線121, 122, 123, 124の中から特定の線に出力される。

【0110】しかし、特定の送信レートでの最終パス・メトリックの正規化した値が対応する閾値を越える場合、閾値判定手段103は特定の送信レートでの復号結果が高い信頼度を有していないことを表わす閾値判定値「0」を出力する。本明細書の例では、閾値判定手段103は線121, 122, 123, 124に各々送信レート1.2 kbps、2.4 kbps、4.8 kbps、9.6 kbpsについて閾値判定値「0」,

「1」, 「0」, 「0」を出力する。第1の送信レート判定手段104は閾値判定に達するのにもっと複雑な計算を実行する更なる論理を含み得ることが当業者には理解されよう。このような更なる論理は、ハードワイヤのかたちで、またはたとえば固定または不揮発性つまり変更可能な制御記憶用いるかのどちらかで実現され、たとえばROM、PROM、またはEEPROMメモリー装置などで実現できる。

* 【0111】出力線121, 122, 123, 124の1つだけに閾値判定値「1」が表われる場合、送信レート決定手段105は特定の閾値判定値に対応する送信レートを正しいレートとして選択する。送信レート決定手段105は線142にレート決定を出力し、その送信レートでピタビでコーダ102の復号結果出力を出力線140へゲートする。この例では、送信レート2.4 kbpsで復号した信号の最終パス・メトリックについてだけ閾値判定値が「1」なので、送信レート判定は2.4 kbpsになる。送信レート判定の表示は出力線142上に提供される。この例では、復号での最終パス・メトリックで閾値判定値「1」が唯一の送信レートとして得られる場合、第2の送信レート判定手段108は送信レート判定において機能しない。

【0112】しかし、閾値判定手段103が1つ以上の送信レートで復号により得られた最終パス・メトリックに基づいて閾値判定値「1」を出力する場合、第2の送信レート判定手段108は受信したデータ・フレームの送信レート判定において送信レート判定手段を支援する更なる演算を実行するように通知される。送信レート決定手段105は線137経由で第2の送信レート判定手段に通知し、フレームを受信するために正しい送信レートを選択するために更に演算を実行すべき候補送信レートを示す。

【0113】第2の送信レート判定手段108の動作について、送信レート1.2 kbpsと2.4 kbpsの各々で信号線121, 122に「1」に等しい閾値判定値が表われるが信号線123, 124には他の送信レートが表われないような例で説明する。閾値判定信号121, 122, 123, 124に基づいて、送信レート決定手段105は信号137を提供して第2の送信レート判定手段108に候補送信レート1.2 kbpsと2.4 kbpsが識別されたことを示す。

【0114】次に、畳み込み符号化手段106は送信レート1.2 kbpsと2.4 kbpsの各々について得られた復号結果信号125, 126を再符号化して、ビット比較手段107へ線129と130に再符号化信号を出力する。ピタビ復号手段102で実行される復号演算の詳細は上記で全面的に説明してあるので、ここでまた更に詳細に説明する必要はない。つまり、1.2 kbpsの送信レートで受信したフレームの復号結果125は「110000」となるが、2.4 kbpsの送信レートで受信した復号結果126は「101011101000」となる。

【0115】畳み込み符号化手段106で復号結果信号125, 126を再符号化した結果は送信レート1.2 kbpsと2.4 kbpsの各々について以下に示すような再符号化ビット・シーケンス(1')と(2')を発生する:

「100101110000」 50

(A')

「111000100001100100101100」 (B')

この例では、候補送信レート1.2kbpsと2.4kbpsの各々について、ビット比較手段107がビット判定手段101からの合成ビット信号と畳み込み符号化手段106から出力された再符号化信号を比較する。この例では、1.2kbpsの送信レートでの合成ビット信号109は上記で(A)として識別されるビット列で表わされるような値を取る。合成ビット信号109は上記の(A')として識別されるビット列で示される値を取る再符号化出力信号129と比較される。これと同様の方法で、上記で(B)として識別される2.4kbps*

「110101110110」

「100101110000」

よって不一致ビットの個数は3である。この数が送信レート決定手段105へ出力する前に正規化するカウントとして保持される。

※

「111000100001100100101100」 (B)

「111000100001100100101100」 (B')

よって不一致ビットの個数は0である。この数が送信レート決定手段105へ出力する前に正規化すべきカウントとして保持される。

【0118】次に、不一致ビットのカウントを各々の候補送信レートについて正規化する。正規化は、1.2kbpsの送信レートでの不一致ビット・カウントを8倍し、2.4kbpsの送信レートでの不一致ビット・カウントを4倍し、4.8kbpsの送信レートでの不一致ビットのカウントがもしあればこれを2倍することで行なわれる。正規化した不一致ビット・カウントは送信レート決定手段105へ線133、134、135、136に出力される。この例では、1.2kbpsの送信レートでの正規化不一致ビット・カウント133が値「24」を取り、1.2kbpsの送信レートでの正規化不一致ビット・カウント134が値「0」を取る。

【0119】送信レート決定手段105はもっとも低い不一致ビット・カウントが得られる送信レートを選択する。この方法による送信レートの選択は、誤った送信レートで送信を復号することによって大きな不一致ビット・カウントが表われると思われることが理論上示されているので、復号理論と一致している。この例では、2.4kbpsの送信レートが受信したデータ・フレームでの送信レート判定結果であると決定される。

【0120】本発明の第1の好適実施の形態についての上記の説明では、畳み込み符号化とビタビ復号の選択および動作は何らかの制限としてではなく例として意図したものである。本発明は畳み込み・誤り訂正符号等の何らかの1種類のデータ符号化に制限されるものではなく、また同様にビタビ復号に制限されるものでもない。同様に、本発明に特定の符号化方式を応用する際の唯一の条件は、復号結果を提供し復号結果の信頼性を表現するパラメータを提供する復号方法の対象となるべきこと

*sの送信レートでの合成ビット信号110は上記で(B')として識別される再符号化出力信号130と比較される。

【0116】これらの比較の結果、候補送信レートの各々について、ビット比較手段107は各々の合成ビットと再符号化信号のビット列の間の不一致ビットの個数のカウントを発生する。つまり、1.2kbpsの送信レートでは、合成ビット信号(A)と再符号化出力信号(A')が：

(A)

(A')

※【0117】2.4kbpsの送信レートでは、合成ビット信号(B)と再符号化出力信号(B')は：

である。

【0121】次に、上に説明した本発明の第1の実施の形態の変形例について説明する。この変形例においては、送信レート判定装置の構成および動作は、基本的には上述したものと同様である。この変形例に係る送信レート判定装置が上記第1の実施の形態に係る送信レート判定装置と異なる点は、の第1の実施の形態に係る送信レート判定装置では、閾値判定手段103へ設定する送信レート1.2kbpsを仮定した信号結果の信頼性を評価するための閾値117、送信レート2.4kbpsを仮定した信号結果の信頼性を評価するための閾値118、送信レート4.8kbpsを仮定した信号結果の信頼性を評価するための閾値119、送信レート9.6kbpsを仮定した信号結果の信頼性を評価するための閾値120、が固定値であったのに対して、この変形例の送信レート判定装置では、それらの閾値が可変であった、外部から変更可能になっているという点である。したがって、この変形例における送信レート判定装置では、各フレーム毎に閾値117、118、119、120を変更して第1の送信レート判定を行なうことができる。

【0122】(実施の形態2)本発明の第2の実施の形態にしたがって製作したコード分割多重アクセス(CDMA)受信機の構造および動作について、図2を参照して説明する。CDMA受信機は1つまたはそれ以上のデータ・フレームを送信するために所定の送信レートのグループから送信レートを送信機が選択できるような通信システムで使用される。このような通信システムでは、送信レートの選択はフレームの持続時間に対応する任意の間隔で送信されるデジタル情報の量に基づいて行なわれ、送信レートとは無関係にフレームの持続時間が一定である。このようなCDMA通信システムでは、送信し

ようとするデジタル情報は誤り訂正符号で符号化され、疑似ランダム拡散コードで通倍されて送信用に変調される。このような通倍の結果は、典型的には無線であるが、有線式または光学的に案内される媒体であっても良いような媒体の送信チャンネル上に送信用に変調された拡散スペクトル信号を発生する。このようなCDMA通信システムで使用するためには、CDMA受信機は受信フレームで検出されたデータから導出された特性から、受信データ・フレームの各々についての送信レートを決定することができる必要がある。

【0123】本発明にしたがって製作したCDMA受信機の構造の一例が図2に図示してある。図2において、符号201はアナログ受信信号をデジタル信号に変換してデジタル変換された受信信号207を出力するA/D（アナログ/デジタル）変換手段、202、203、204はそれぞれが位相の異なる疑似ランダム符号とデジタル変換された受信信号207とを相関演算することによって、各遅延波によって伝搬された受信シンボル208、209、210を抽出して出力する逆拡散手段、205は受信シンボル208、209、210を同相で加算して、同相加算された受信シンボル211を出力する同相加算手段、206は同相加算された受信シンボル211を入力して、第1の送信レート判定手段または第2の送信レート判定手段で送信レートを決定し、決定された送信レートに対応する復号結果を出力する送信レート判定装置であり、これは上記第1の実施の形態において説明した送信レート判定装置と同様なものである。ここで、送信レート判定装置206内の閾値判定手段の閾値判定手段の閾値は固定値である。

【0124】A/D変換手段201は検出したアナログ信号201aをデジタル方式に変換するためと、デジタル信号207を出力するために使用する。参照番号202、203、204は、逆拡散手段または「フィンガ回路」としても知られている復調手段で、送信信号の2つまたはそれ以上の異なるマルチパス成分から受信シンボル信号208、209、210を取り出すために使用する。復調手段202、203、204は、送信のために信号を拡散コード変調するために使用するのと同じ位相にセットした同じ拡散コードに検出したデジタル信号207を掛け合わせることで受信信号を抽出する。各々の復調手段202、203、204はマルチパス成分の到着時間の相対差に対応する特定の受信タイミングでシンボル抽出を実行する。同相加算手段205は、異なる到着時間を考慮して、受信シンボル208、209、210を加算するためと、合成検出シンボル信号211として結果を出力するために使用する。

【0125】送信レート判定装置206は本発明の第1の実施の形態に関する前述の説明に記載した通りに製作してあり、同じ方法で動作する。送信レート判定装置206は入力として合成検出シンボル信号211を受信す

る。合成検出シンボル信号211を使用して、送信レート判定装置206は送信レート判定装置206に含まれ前述の説明のように動作する送信レート決定手段105または第2の送信レート判定手段108の動作にしたがって受信したデータ・フレームの送信レートを決定する。この場合、固定閾値117、118、119、120が送信レート判定装置206の閾値判定手段103への入力として用いるのに十分である。

【0126】本発明の第2の実施の形態に係るCDMA受信機の動作について説明する。以下の説明において、CDMA受信機のA/D変換手段への入力で検出信号はベースバンド周波数帯域の信号であると仮定する。

【0127】図9(a)はデジタル情報信号601が疑似ランダムコード603によってどのように変調されて送信のための拡散スペクトル変調情報信号605を発生するかの一例を示している。典型的には、送信機において、デジタル情報と疑似ランダム符号が乗算されて拡散信号（拡散スペクトル変調情報）が生成される様子を示すものである。送信動作においては、実際には上記拡散信号を無線周波数帯域に移動してから送信する。このために、拡散信号は無線あるいはその他のラジオ周波数送信媒体上への送信のために送信周波数へシフトされるが、拡散スペクトル技術はその他の送信媒体で使用することも想定できる。このような周波数シフト技術は周知であり、ここでは更に詳細に説明する必要はないと思われるので、ここでは、簡単のために説明を割愛する。

【0128】無線移動体通信環境では、送信信号は建造物またはその他の人工あるいは自然の物体等の物体により送信信号の反射でマルチパス成分信号に分割される。つまり送信信号は移動体通信受信機で、マルチパス成分が受信されるパスの相対的な長さにしたがって異なる受信タイミングで到着する複数のマルチパス成分信号として受信されることになる。

【0129】図9(b)はCDMA受信機のアナログ-デジタル(A/D)変換手段201への入力で検出された信号のマルチパス成分の一例を示す。この図では、3本の遅延信号によって構成される受信信号の様子を示す。A/D変換手段201はこのような信号を入力して、デジタル信号に変換して出力する。したがって、デジタル変換された受信信号207は、同一の情報を持った複数の遅延信号の和で構成されることになる。上記受信動作において、送信信号の第1のマルチパス成分に対応する受信タイミングで到着する検出信号は図9

(b)で遅延信号607として図示してある。第2のマルチパス成分に対応するわずかに遅延した受信タイミングで到着する別の検出信号は遅延信号609として図示してある。最後に、第3のマルチパス成分に対応する別の遅延受信タイミングで到着する第3の検出信号が遅延信号611として図示してある。逆拡散手段202、203、204は各々が異なる遅延信号に同期した疑似ラ

ンダム符号を発生させ、それを用いてディジタル変換された受信信号207と関連演算することによって、それぞれの遅延波によって伝搬された図9(a)の様なディジタル衛星放送情報をシンボル単位で抽出し出力する

(受信シンボル208、209、210)。逆拡散手段202、203、204の擬似ランダム符号発生時の遅延信号への同期は、例えば、逆拡散手段202は図9

(b)における遅延信号607に同期し、逆拡散手段203は図9(b)における遅延信号609に同期し、逆拡散手段202は図9(b)における遅延信号611に同期する、というように行なわれる。遅延信号607、609、611の合成結果は、受信タイミングの変動を考慮しないと、図9に示した入力検出デジタル信号613のように現われる。

【0130】つまり、検出したデジタル受信信号207は逆拡散手段202、203、204で各々の受信タイミングにしたがって別々に復調することのできるマルチパス成分を含む。このように実行される復調処理の結果から、受信シンボル208、209、210が得られる。受信シンボル208、209、210は同相加算手段205で同相加算されて単一の合成信号211を形成し、送信レート判定装置206へ入力される。受信シンボル208、209、210は、受信機への到達時間の差による位相ずれを持つので、同相加算手段205は、この位相ずれを吸収して、各逆拡散手段202、203、204によって抽出された受信シンボル208、209、210を同相で加算し出す。送信レート判定装置206は、同相加算された受信シンボル211を入力して、本発明の第1の実施の形態で説明した処理にしたがって、ここから受信したデータ・フレームの送信レートを決定する。結果は送信レート判定およびその送信レートでの復号結果として送信レート判定装置206から出力される。

【0131】(実施の形態3) 本発明の第3の実施の形態にしたがって製作したCDMA受信機の一例について、図3を参照して説明する。図3は本発明の第3の実施の形態に係るCDMA受信機の構成を表すブロック図である。この図において、符号301はアナログ受信信号をディジタル信号に変換してディジタル変換された受信信号3107を出力するA/D(アナログ/ディジタル)変換手段、302、303、304はそれぞれが位相の異なる擬似ランダム符号とディジタル変換された受信信号310とを関連演算することによって、各遅延波によって伝搬された受信シンボル314、315、316を抽出し、さらに各受信シンボルのエネルギーに比例する値311、312、313を求めて出力する拡散スペクトル復調手段としての逆拡散手段、305は受信シンボル314、315、316を同相で加算して、同相加算された受信シンボル317を出力する同相加算手段、306は同相加算された受信シンボル317を入力

して、内部の閾値判定手段に指定された送信レート1.2kbpsを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値320、内部の閾値判定手段に指定された送信レート2.4kbpsを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値321、内部の閾値判定手段に指定された送信レート4.8kbpsを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値322、内部の閾値判定手段に指定された送信レート9.6kbpsを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値323で第1の送信レート判定を行ない、必要な場合は、さらに第2の送信レート判定も行なって送信レートを決定し、決定された送信レートに対応する復号結果を出力する送信レート判定装置であり、これは上記第1の実施の形態において説明した送信レート判定装置と同様なものである。

【0132】また、307はディジタル変換された受信信号310から総受信電力に比例する値を求めて、総受信電力に比例する値318を出力する総受信電力測定手段、308は総受信電力に比例する値318と受信シンボルのエネルギーに比例する値311、312、313から、伝送路の状態を推定して、推定された伝送路状態319を出力する伝送路状態推定手段、309は推定された伝送路状態319から各送信レートを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値を決定して、送信レート1.2kbpsを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値320、送信レート2.4kbpsを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値321、送信レート4.8kbpsを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値322、送信レート9.6kbpsを仮定した復号結果の信頼性を評価するための閾値323を送信レート判定装置306に与える閾値決定手段である。

【0133】図3に図示してあるように、CDMA受信機は検出したアナログ信号をディジタル検出された受信信号310へ変換するために使用されるアナログ-ディジタル(A/D)変換手段301を含む。複数の逆拡散手段302、303、304は割り当てられた拡散コード位相とマルチパス成分に対応する受信タイミングにしたがって受信信号310に含まれるマルチパス成分を復調するために使用する。図3に図示してある復調手段の個数は3だが、復調手段の個数の増加的追加で発生する受信機性能での改善が当業者には理解されよう。しかし、本明細書において説明している本発明の実施の形態から得られる利点を実現するためには2つ以上の復調手段は必要とされない。復調手段は、拡散スペクトル送信を復調するために使用する受信機の状況では、逆拡散手段および「フィンガ回路」とも呼ばれている。

【0134】逆拡散手段302、303、304は、到着する送信のマルチパス成分の各々に対応する検出シンボルのストリームを各々が含む復調出力信号314、315、316を発生する。逆拡散手段302、303、

304は各々の復調信号314, 315, 316の検出された電力を表わす信号関連レベルを表わす出力311, 312, 313も提供する。合成手段305は各々の受信タイミングを調整した後で合成復調信号317を発生するように復調信号314, 315, 316を加算するために使用する。

【0135】CDMA受信機は本発明の第1の実施の形態の前述の説明で説明されているような送信レート判定手段306も更に含む。送信レート判定手段306は、合成復調信号317と、送信レート1.2kbps、2.4kbps、4.8kbps、9.6kbps各々についての閾値320, 321, 322, 323を入力として受信し、復号結果出力325と、送信レート判定手段についての前述の説明で説明されているような送信レート判定信号327とを発生する。

【0136】CDMA受信機には更に、受信信号310の合計の電力の大きさを表わす総検出電力信号318を発生するための総受信電力測定手段307が設けられている。伝送路状態推定手段308は入力として総検出電力信号318と、検出電力信号311, 312, 313とに基づいて送信状態推定信号319を提供するために使用する。伝送路状態推定手段308は検出電力信号311, 312, 313の各々で表わされる信号電力と総検出電力信号318で表わされる電力の比率を計算することによって送信状態予測を決定する。たとえば平均を取る等によって信号電力比を組み合わせて時間的に任意の点で支配的な送信チャンネルの状態の指標を提供するために使用される送信状態推定信号319を提供する。

【0137】閾値決定手段309はデータ・フレームが受信される様々に可能な送信レートたとえば1.2kbps、2.4kbps、4.8kbps、9.6kbpsに対応している一組の独立して割り当て可能な閾値320, 321, 322, 323を提供するために使用される。閾値は伝送路状態推定手段308から受信した送信状態推定信号319にしたがって閾値決定手段309で決定される。複数の閾値320, 321, 322, 323を決定するため、送信状態推定信号319の異なった値に対応する閾値の組を提供するテーブル参照法が多くの適切な方法の1つとして用いられている。

【0138】本発明の第3の実施の形態にしたがって作成したCDMA受信機の動作について説明する。検出したベースバンド送信信号は検出装置、たとえばアンテナとフロントエンド・チューナの組み合わせ等から、A/D変換手段301へ入力される。変換後、受信信号310は逆拡散手段302, 303, 304へ入力され、復調手段は検出した受信信号310の個々のマルチパス成分を復調して復調した出力信号314, 315, 316を同相加算手段305へ提供する。受信シンボルのエネルギーに比例する値として検出された電力信号311, 312, 313は検出した受信信号310の各々のマルチ

パス成分と各々の受信タイミングで疑似ランダム拡散コードの割り当て位相とを関連させる周知の処理によって受信信号310から生成される。同相加算手段305は各々の受信タイミングを調整した後で復調信号314, 315, 316を加算処理して合成復調信号である受信シンボル317を発生し、これが送信レート判定装置306へ入力される。

【0139】総受信電力測定手段307はデジタル変換された受信信号310も受信して1フレームにわたって2乗平均し、送信に含まれる信号電力を表わす総受信電力に比例する値(信号)318を出力する。送受信電力信号は送信の各々のマルチパス成分についての受信シンボルのエネルギーに比例する値311, 312, 313と一緒に送信状態推定手段308へ入力され、推定された伝送路状態を示す送信状態推定信号319がこれによって出力として発生する。閾値決定手段309は送信状態推定信号319を使用して検出シンボルのフレームが受信された送信レートを決定するために使用する送信レート判定手段306へ提供すべき一組の閾値320, 321, 322, 323を決定する。送信レート判定手段306は本発明の第1の実施の形態の送信レート判定装置の前述の説明に記載したような方法で動作して、送信レート決定327とその送信レートでの復号結果出力325を出力する。

【0140】前述の説明から明らかなように、本発明のこの実施の形態によるCDMA受信機の動作はチャンネルの送信状態(たとえばマルチパス成分の相対強度)に応答して動的調整を提供するものである。このような調整は、送信のマルチパス信号成分の相対強度を表わす送信状態推定信号319にしたがって閾値320, 321, 322, 323を選択することにより実行される。

【0141】本発明の幾つかの好適実施の形態にしたがって本明細書で詳細に本発明を説明して来たが、当業者によって多くの変更および変化を行なうことができよう。したがって添付の請求の範囲では本発明の真の範囲と趣旨に収まるものとしてこれら全ての変更および変化を包括することを意図している。

【0142】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、全ての送信レートを仮定して、各送信レートに対応するビット繰返し回数だけ、受信ビットの足し込みを行なうことによって低送信レート通信時のビットエネルギー対ノイズ電力比を改善し、さらに誤り訂正符号の復号処理の副産物として得られる復号結果の信頼性を示す値を用いて第1の送信レート判定を行ない、第1の送信レート判定で複数の送信レートが候補として挙げられる場合には、第2の送信レート判定として、復号前のビットと復号結果を再誤り訂正符号化したビットとを比較して、両者の不一致の比較によって送信レートを判定するため、送信レートの大小、または、復号前のビット誤りの

大小によらず、正確な送信レート判定を行なうことができるという効果がある。また、誤り訂正符号の効果を送信レート判定に寄与させることができるという効果もある。

【0143】また、この送信レート判定装置をCDMA通信系で使用する受信機に適用し、さらにCDMA受信部で伝送路の状態を推測して、その推測結果から、送信レート判定装置の閾値判定手段の閾値を適応的に変えることにより、さらに正確な送信レート判定を行なうことができる等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る送信レート判定装置の構成を表す概略ブロック図

【図2】本発明によるCDMA受信機の一実施の形態を示すブロック図

【図3】本発明によるCDMA受信機の実施の形態を示すブロック図

【図4】通信システム等において用いられる畳み込み符号化器の一般例の構造を示すブロック図

【図5】(a) 本発明において用いられる畳み込み符号化器の全符号化パターンを説明的に表す格子線図

(b) 区間aの終りで、状態0の節点でのハミング距離の積算値は1で、状態1の節点でのハミング距離の積算値も1となることを説明する格子線図

(c) 図5(a)に示された格子線図中の区間(b)におけるビタビ復号処理の実行の様子を説明する図

【図6】(a) 分岐が生き残りパスとして選択され、状態3の節点へ接続される場合の選択処理の結果を表す格子線図

(b) 黒く塗りつぶしてある、状態0の節点の、次の節点への分岐は存在しないことをあらわす格子線図

(c) 残りの受信ビットに対するビタビ復号の様子を表す格子線図

* 【図7】残りの受信ビットに対するビタビ復号の様子を表す格子線図

【図8】上記図7に引き続いて残りの受信ビットに対するビタビ復号の様子を表す格子線図

【図9】(a) デジタル情報信号が疑似ランダムコードにより変調されて拡散スペクトル変調情報信号発生する状態を説明する波形図

(b) CDMA受信機のA/D変換手段への入力で検出された信号のマルチパス成分の一例を示す波形図

10 【図10】従来の送信レート判定装置の一例を表すブロック図

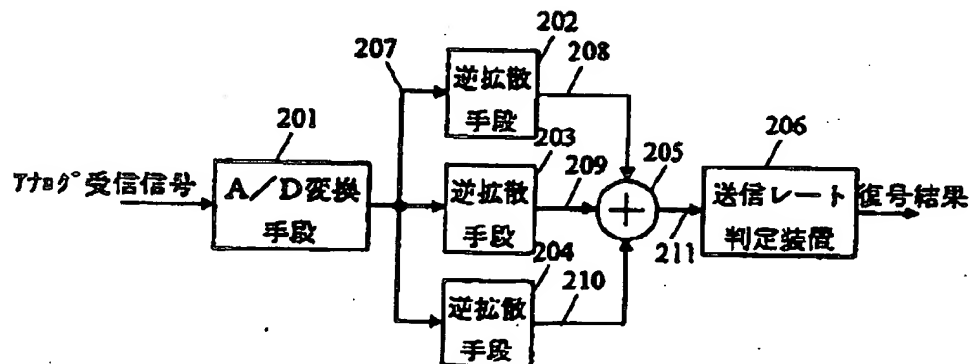
【図11】可変レート送信の全般的な事柄について説明する図。

【符号の説明】

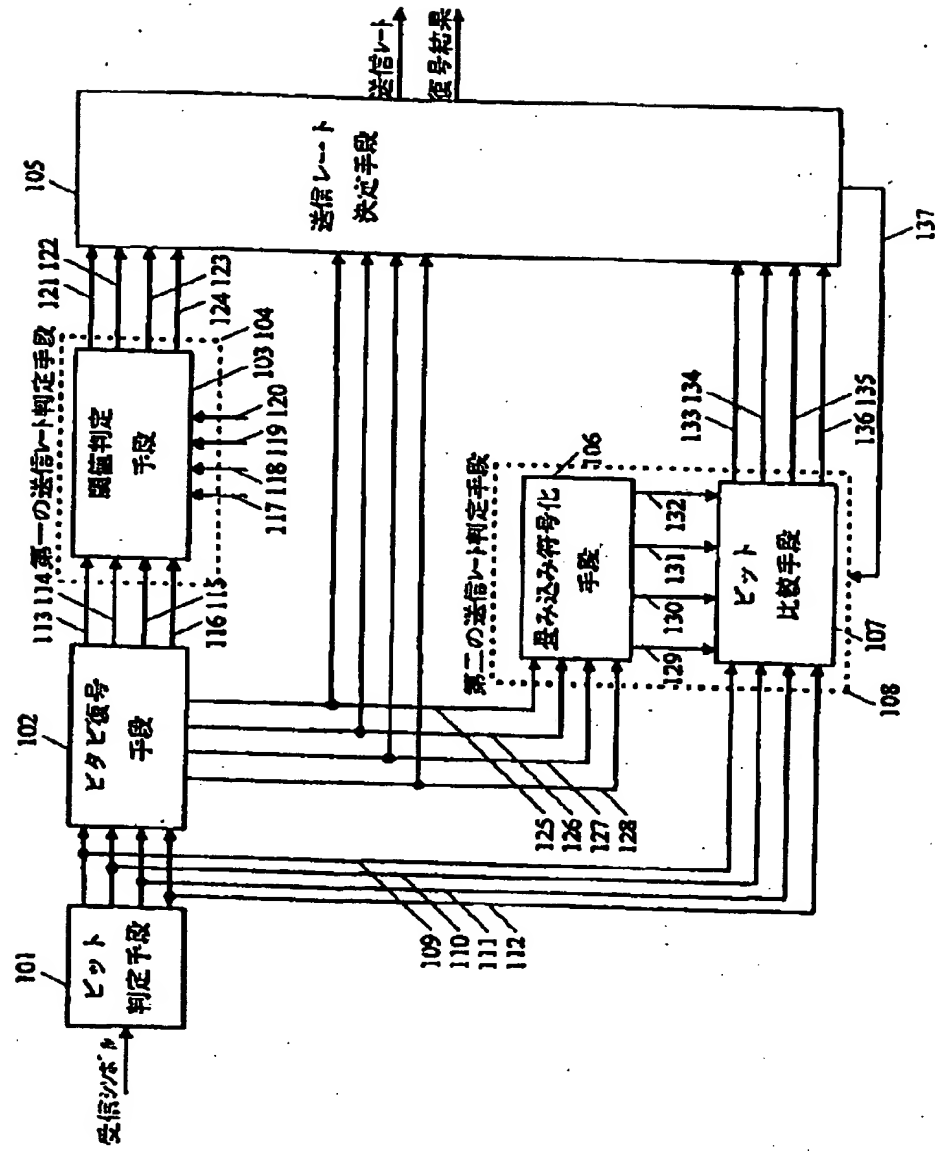
- 101 ビット判定手段
- 102 ビタビ復号手段
- 103 閾値判定手段
- 104、108 送信レート判定手段
- 105 送信レート決定手段
- 106 畳み込み符号化手段
- 107 ビット比較手段
- 201、301 A/D変換手段
- 202、203、204 逆拡散手段
- 205、305 同相加算手段
- 206、306、送信レート判定装置
- 302、303、304 逆拡散手段
- 307 総受信電力測定手段
- 308 伝送路状態推定手段
- 309 閾値決定手段
- 401 3段シフトレジスタ
- 402、403 モジュロ2加算器
- 404 切り替えスイッチ

*

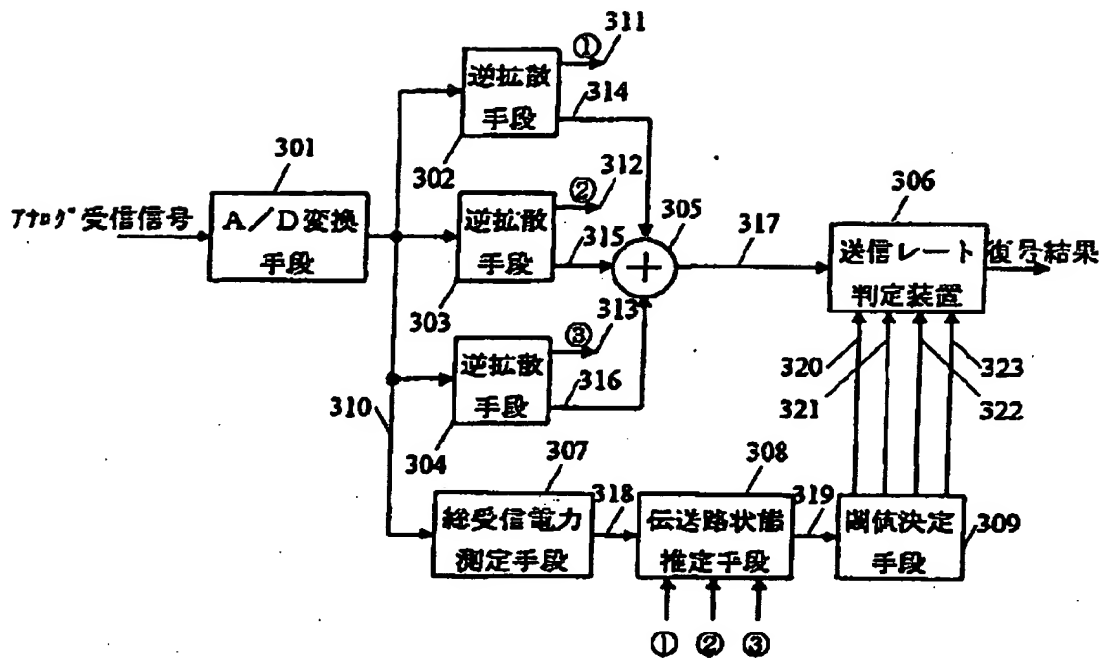
【図2】



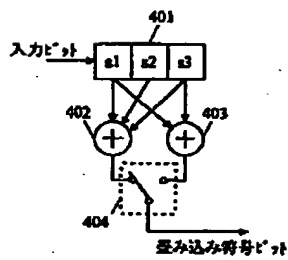
【図1】



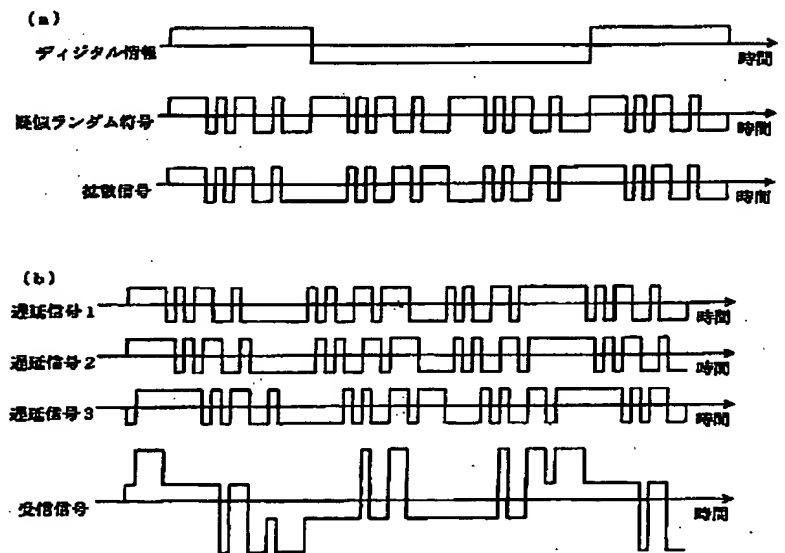
【図3】



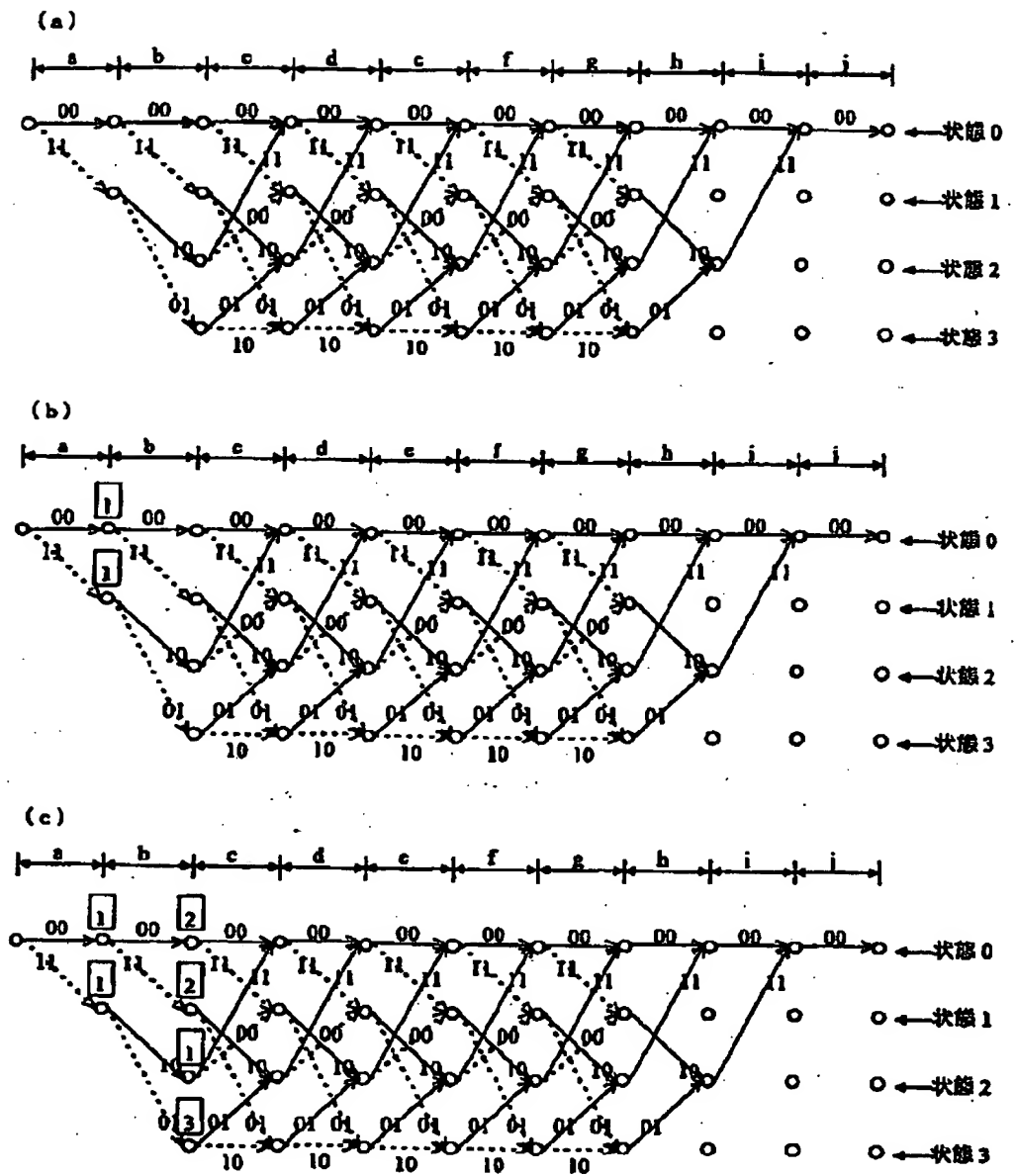
【図4】



【図9】

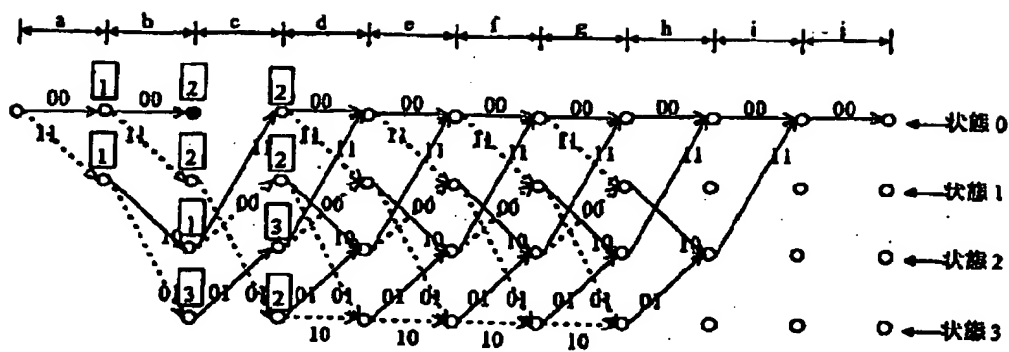


【図5】

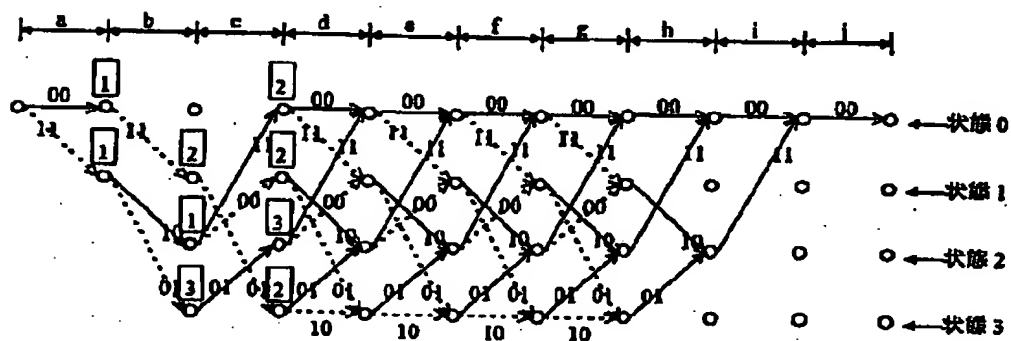


【図6】

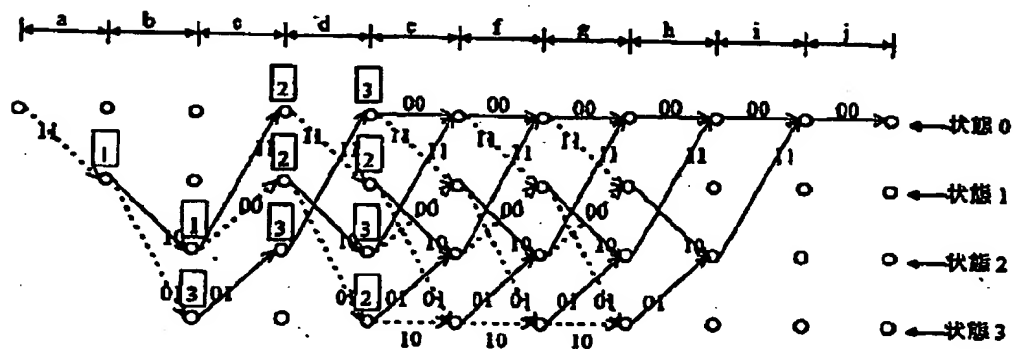
(a)



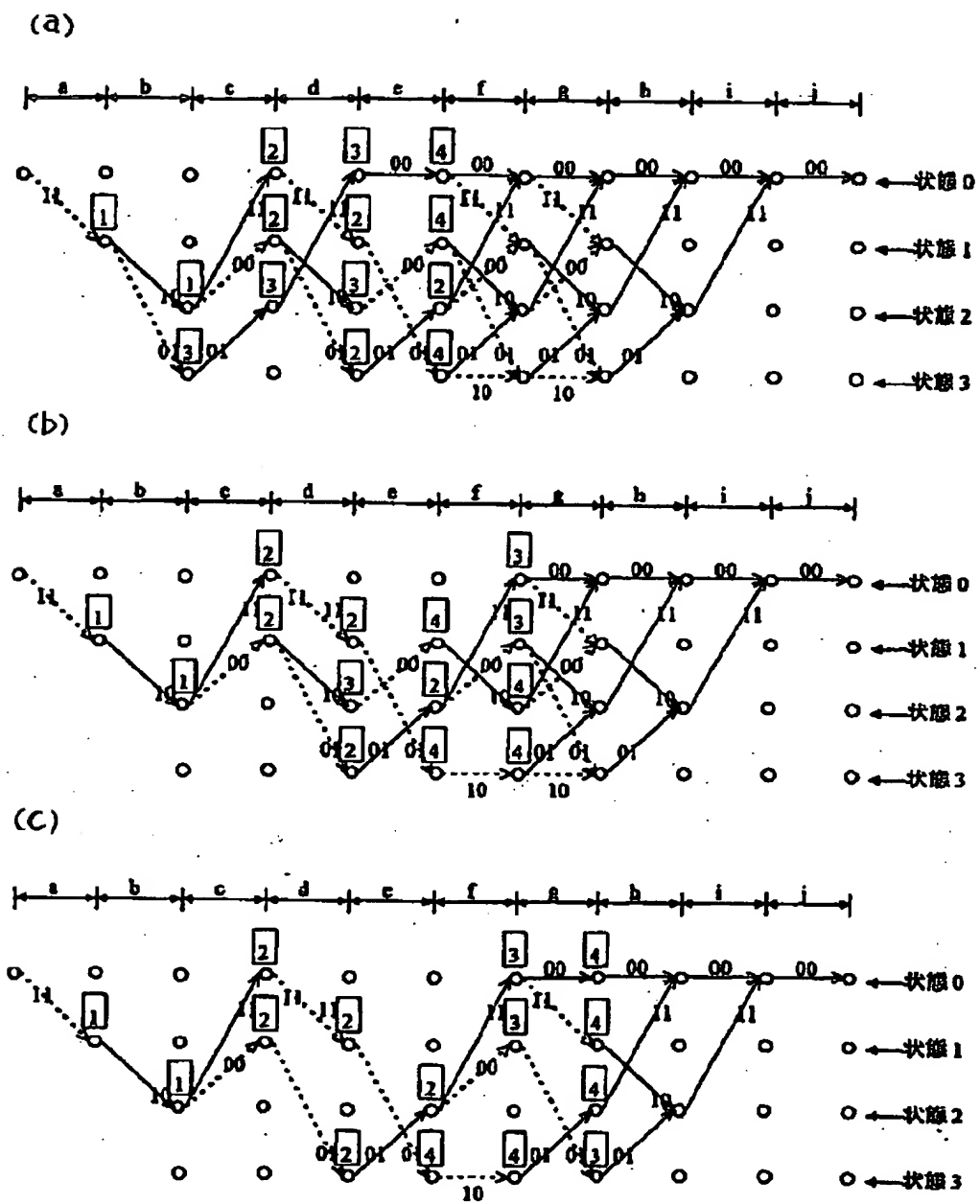
(b)



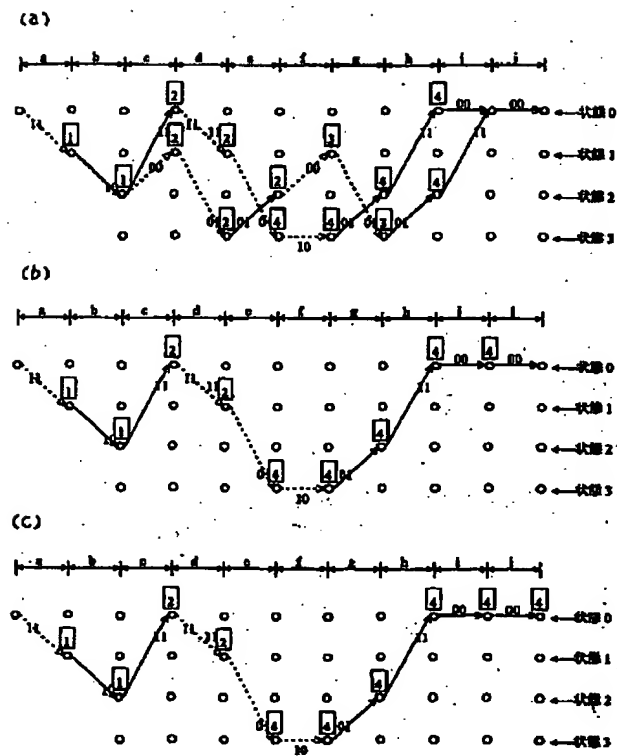
(c)



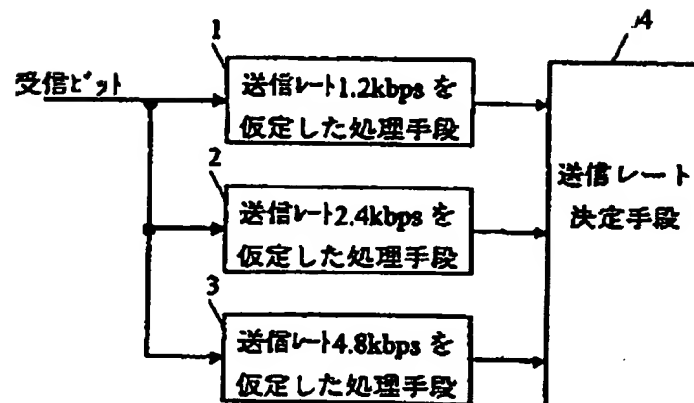
【図 7】



【図8】



【図10】



【図11】

